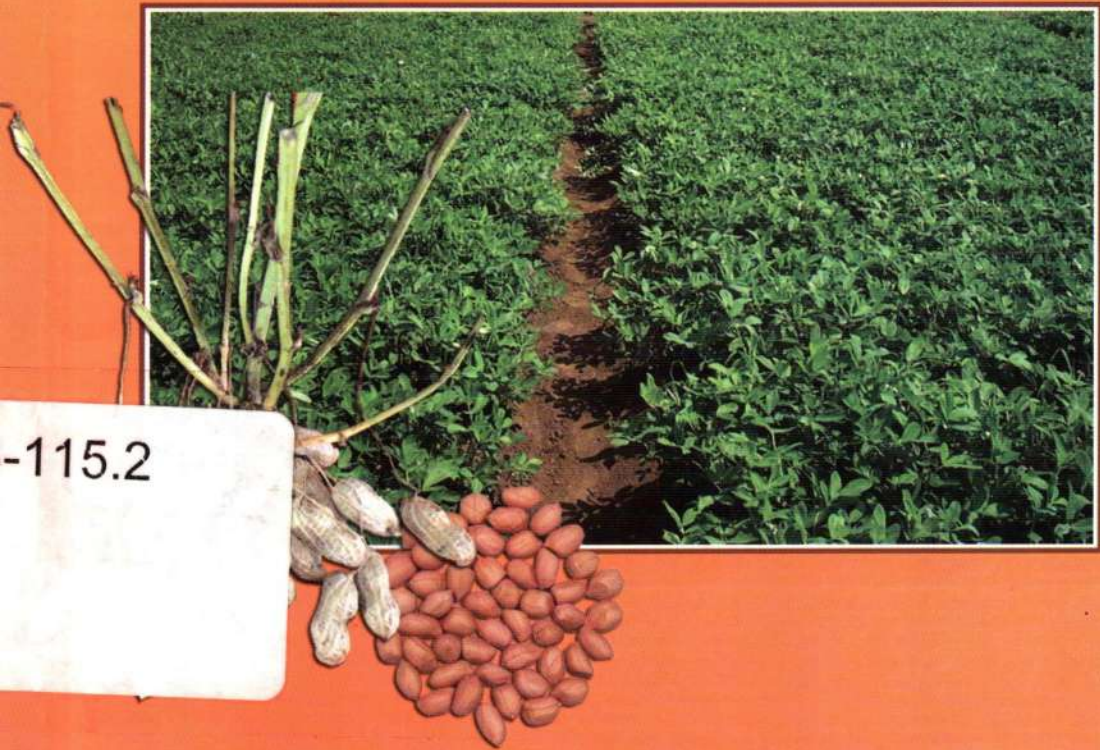


Monograf Balitkabi No. 13-2015

Kacang Tanah

Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi**

Kacang Tanah

Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk

Penyunting:

Astanto Kasno
Agustina Asri Rahmianna
I Made Jana Mejaya
Didik Harnowo
Sudarmadi Purnomo

Penyunting Pelaksana

Achmad Winarto



Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

2015

KATALOG DALAM TERBITAN (KDT)

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Kacang tanah: inovasi teknologi dan pengembangan produk/ penyunting
Astanto Kasno .. [et al.]. - - Malang: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang
dan Umbi, 2015.

vi, 448 hlm.: illus.; tab.; 24.5 cm.-- (Monograf Balitkabi; No. 13-2015).

ISBN 978-602-95497-7-5

1. Kacang tanah 2. Pemuliaan 3. Budidaya 4. Hama Penyakit 5. Pascapanen
6. Pengolahan Pangan 7. Perbenihan 8. Bioindustri

I. Judul. II. Kasno, A. III Balitkabi

633.3/.4
Bal
k

Penyunting:

Astanto Kasno

Agustina Asri Rahmianna

I Made Jana Mejaya

Didik Harnowo

Sudarmadi Purnomo

Penyunting Pelaksana

Achmad Winarto

Penerbitan Buku dibiayai dari DIPA Balitkabi Tahun 2015

Informasi lebih lanjut hubungi:

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Balitkabi

Jalan Raya Kendalpayak, km 8 Kotak Pos 66 Malang 65101

Telp. 0341-801468, Fax. 0341-801496

<http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id> e-mail: balitkabi@litbang.pertanian.go.id

KATA PENGANTAR

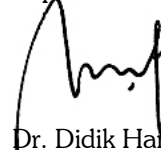
Tanaman kacang tanah belum mendapat perhatian sebagaimana pada tanaman padi, jagung atau kedelai. Padahal potensi tanaman ini dalam peningkatan pendapatan petani, sebagai *cash crops*, cukup besar. Dibandingkan dengan tanaman palawija lainnya, kacang tanah memberikan keuntungan yang lebih besar, dengan masukan yang relatif lebih kecil dan risiko kegagalan yang lebih kecil pula.

Informasi lebih lengkap tentang kacang tanah dari berbagai aspeknya juga masih relatif sedikit dibanding komoditas lainnya. Publikasi tentang kacang tanah yang lengkap mestinya diperlukan sebagai acuan dalam usaha dan upaya peningkatan produksi kacang tanah. Terdorong oleh keinginan untuk mendukung pengembangan produksi kacang tanah nasional maka Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), yang menerima mandat penelitian aneka kacang secara nasional, menerbitkan buku Monograf Kacang Tanah ini.

Monograf Kacang Tanah ini menguraikan beragam aspek kacang tanah secara mendalam dari berbagai disiplin ilmu. Pada bagian awal dibahas status kacang tanah berkait dengan keekonomiannya, kesejarahannya, dan bioindustri. Selanjutnya aspek pengelolaan sumberdaya genetik termasuk plasma nutfah dan perakitan varietas unggul baru (pemuliaan), budidaya, dan pengendalian organisme pengganggu, serta aflatoksin dipaparkan berdasarkan hasil-hasil penelitian terbaru yang relevan untuk mengatasi masalah di lapang serta untuk mengantisipasi tantangan ke depan. Pun, aspek pascapanen termasuk produk olahan, standar mutu, dan teknologi produksi benih, serta potensi bioindustri kacang tanah dipaparkan secara mendalam pada bagian akhir buku ini.

Semoga buku ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber informasi perkacangtanahan kita, dan pada gilirannya berbagai teknologi yang disampaikan dapat diterapkan oleh petani kacang tanah kita, sehingga dapat mendorong peningkatan produktivitas, produksi, dan pemenuhan kacang tanah dalam negeri.

Malang, November 2015
Kepala Balai



Dr. Didik Harnowo
NIP 19581221 198503 1 002

SAMBUTAN KEPALA PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN

Meski bukan tanaman pangan utama, komoditas kacang tanah semakin penting perannya sebagai tanaman *cash crop*, terutama sebagai pemasok bahan baku untuk bio-industri pangan, khususnya kudapan (*snack*) yang terus berkembang. Oleh karena itu perhatian terhadap teknologi produksi dan pengolahan kacang tanah perlu mendapat perhatian lebih.

Sebagaimana digariskan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan selalu menekankan dan mengarahkan agar rencana strategis (Renstra) Balai Penelitian komoditas senantiasa mengantisipasi kebutuhan inovasi di masa mendatang dengan dasar perubahan lingkungan strategis seperti perubahan iklim, kesuburan tanah, potensi berkembangnya organisme pengganggu dan juga aspek gizi dan kesehatan masyarakat serta yang tak kalah pentingnya adalah potensi penerapan inovasi tersebut secara ekonomis.

Monograf Kacang Tanah ini, yang merupakan rangkuman hasil penelitian dengan menjelaskan kacang tanah dari berbagai disiplin, saya pandang sangat penting sebagai salah satu cara mengomunikasikan inovasi yang telah dicapai kepada para penyuluh dan praktisi sebagai bahan penyuluhan kepada petani. Di samping itu, materi dalam monograf ini juga penting untuk pengembangan kacang tanah bagi para akademisi. Lebih-lebih dalam perdagangan internasional aspek gizi dan cemaran aflatoksin akan menjadi parameter penting untuk standar kualitas perdagangan kacang tanah.

Semoga buku ini dapat dijadikan pegangan untuk pengembangan kacang tanah, sehingga mendorong peningkatan produksi kacang tanah dalam negeri dan mengurangi impor yang semakin bertambah.

Bogor, November 2015

Kepala Pusat



Dr. I Made Jana Mejaya, M.Sc.

NIP 19611103 198703 1 004

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	iii
Sambutan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan	iv
1. EKONOMI KACANG TANAH DI INDONESIA Dewa Ketut Sadra Swastika	1–17
2. PROFIL BIO-INDUSTRI KACANG TANAH DI INDONESIA Rita Mezu dan Astanto Kasno.....	18–28
3. STATUS KACANG TANAH DI INDONESIA Sumarno.....	29–39
4. MORFOLOGI DAN PERTUMBUHAN KACANG TANAH Trustinah	40–59
5. SUMBER DAYA GENETIK KACANG TANAH Trustinah	60–83
6. <i>SOURCE</i> DAN <i>SINK</i> PADA TANAMAN KACANG TANAH Henri Purnamawati dan Achmad Ghazi Manshuri	84–93
7. PEMULIAAN KACANG TANAH UNTUK KETAHANAN TERHADAP CEKAMAN BIOTIK Novita Nugrahaeni	94–113
8. PERBAIKAN TOLERANSI KACANG TANAH TERHADAP CEKAMAN LINGKUNGAN ABIOTIK Astanto Kasno dan Didik Harnowo.....	114–132
9. BUDIDAYA KACANG TANAH Agustina Asri Rahmianna, Herdina Pratiwi, dan Didik Harnowo	133–169
10. KEHARAAN TANAMAN KACANG TANAH Abdullah Taufiq dan Afandi Kristiono	170–195
11. PENGELOLAAN AIR PADA BUDIDAYA KACANG TANAH Arief Harsono	196–214
12. PENGELOLAAN GULMA PADA BUDIDAYA KACANG TANAH Arief Harsono dan Eko Widaryanto	215–233
13. PEMBINTILAN DAN PENAMBATAN NITROGEN PADA TANAMAN KACANG TANAH Suryantini	234–250

14.	HAMA UTAMA KACANG TANAH DAN STRATEGI PENGENDALIANNYA Marwoto	251–270
15.	PENYAKIT-PENYAKIT PENTING YANG DISEBABKAN OLEH JAMUR PADA KACANG TANAH DAN CARA PENGENDALIANNYA Sri Hardaningsih dan Sumartini	271–283
16.	PENYAKIT LAYU BAKTERI BIOEKOLOGI DAN CARA PENGENDALIANNYA Mudji Rahayu	284–305
17.	PENYAKIT VIRUS PADA KACANG TANAH DAN UPAYA PENGENDALIANNYA Nasir Saleh dan Yuliantoro Baliadi	306–328
18.	KONTAMINASI AFLATOKSIN DAN CARA PENGENDALIANNYA MELALUI PENANGANAN PRAPANEN DAN PASCAPANEN Agustina A. Rahmianna, Erliana Ginting, dan Eriyanto Yusnawan	329–347
19.	TEKNOLOGI PASCAPANEN PRIMER KACANG TANAH I K. Tastra, Erliana Ginting, dan Didik Harnowo	348–375
20.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAN PRODUK OLAHAN KACANG TANAH Rahmi Yulifianti, B.A. Susila Santosa, dan Sri Widowati	376–393
21.	STANDAR MUTU KACANG TANAH Erliana Ginting, Rahmi Yulifianti, dan Joko Susilo Utomo	394–406
22.	TEKNOLOGI PRODUKSI BENIH SUMBER KACANG TANAH Joko Purnomo dan Didik Harnowo.....	407–426
23.	PROSPEK BIO-INDUSTRI KACANG TANAH DI INDONESIA Didik Harnowo, Fachrur Rozi, dan Astanto Kasno.....	427–448

EKONOMI KACANG TANAH DI INDONESIA

Dewa Ketut Sadra Swastika

Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Jl. Ahmad Yani 70 Bogor 16161

Email: sadradewa@yahoo.com

PENDAHULUAN

Peningkatan pendapatan dan pengetahuan masyarakat tentang gizi telah mengubah pola konsumsi pangan masyarakat dari pangan karbohidrat penghasil energi ke pangan penghasil protein, baik hewani maupun nabati. Oleh karena itu, menurut Hutabarat (2003) permintaan pangan sumber protein akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, pendidikan, dan pendapatan masyarakat. Demikian juga halnya dengan permintaan terhadap kacang tanah sebagai salah satu sumber protein nabati.

Kacang tanah merupakan salah satu komoditas pangan sumber protein dan minyak nabati yang bernilai ekonomi tinggi (Purba 2012), namun popularitasnya tidak setinggi kedelai. Di Indonesia, secara nasional kacang tanah belum dianggap sebagai komoditas unggulan (Harsono 2012). Perhatian pemerintahpun tidak seperti halnya pada kedelai yang diprogramkan untuk mencapai swasembada. Program peningkatan produksi yang selama ini dilakukan untuk komoditas tanaman pangan baru terbatas pada padi, jagung, dan kedelai. Belum terdengar adanya kebijakan yang signifikan yang diluncurkan untuk kacang tanah. Oleh karena itu, teknologi budidaya yang diterapkan petani masih tradisional dan sederhana, sehingga produktivitasnya relatif masih rendah.

Di Indonesia sebagian besar kacang tanah baru dimanfaatkan untuk makanan rumah tangga seperti: kacang rebus, kacang garing, kacang goreng, bumbu masakan, dan makanan ringan lainnya. Sebenarnya kacang tanah potensial untuk diolah dalam industri makanan menjadi berbagai produk makanan olahan seperti: aneka kue, susu nabati, tepung protein tinggi, es krim, dan minyak nabati (Santosa 2009). Pertambahan penduduk seiring dengan pesatnya perkembangan industri makanan ringan seperti: kacang garing kemasan dan berbagai makanan ringan (*snacks*) berbahan baku kacang tanah, telah memicu peningkatan permintaan akan kacang tanah, baik dalam bentuk polong maupun biji. Akibatnya, produksi dalam negeri makin tidak mampu memenuhi permintaan, sehingga Indonesia masih mengimpor sekitar 30% dari kebutuhan dalam negeri.

Tulisan ini ditujukan untuk memberi pemahaman yang lebih baik tentang kinerja (*performance*) serta prospek ke depan (*outlook*) produksi, konsumsi, perdagangan dan pengembangan kacang tanah di Indonesia, termasuk posisi Indonesia di pasar internasional. Studi ini dilakukan melalui studi pustaka (*desk study*) dengan menggali dan menelaah data dan informasi dari berbagai sumber seperti BPS, FAOSTAT dan USDA, serta informasi yang relevan dari buku dan hasil kajian dari berbagai sumber.

PRODUKSI, KONSUMSI, DAN PERDAGANGAN KACANG TANAH DUNIA

Produksi Kacang Tanah Dunia

Data FAO (2014) menunjukkan bahwa produksi kacang tanah dunia selama dekade terakhir meningkat dari 33,13 juta ton pada tahun 2002 menjadi 37,13 juta ton pada tahun 2007 dan 41,19 juta ton pada tahun 2012, atau tumbuh rata-rata 2,30%/tahun

selama periode 2002–2007 dan 2,10%/tahun selama periode 2007–2012. Penurunan pertumbuhan produksi kacang tanah dunia disebabkan adanya penurunan pertumbuhan pada produktivitas dari 2,62%/tahun selama periode 2002–2007 menjadi hanya 0,34%/tahun selama periode 2007–2012, meskipun terjadi peningkatan pertumbuhan areal panen. Selama lima tahun terakhir areal panen masih tumbuh 1,75%/tahun, namun produktivitas hanya meningkat rata-rata 0,34%/tahun, sehingga produksi hanya meningkat 2,10%/tahun. Penurunan pertumbuhan produktivitas mencerminkan makin jenuhnya teknologi produksi yang diterapkan petani di negara-negara produsen, atau lambatnya kemajuan teknologi budidaya di Negara-negara berkembang. Jika pertumbuhan produksi dunia terus menurun, maka ke depan pertumbuhan tersebut akan sampai pada tingkat pertumbuhan negatif. Dengan kata lain, produksi kacang tanah dunia ke depan akan menurun. Kondisi ini merupakan ancaman serius bagi negara importir, termasuk Indonesia. Secara lebih rinci, perkembangan areal dan produksi kacang tanah dunia selama dekade terakhir disajikan pada Tabel 1. Hal yang menarik adalah bahwa areal panen kacang tanah masih meningkat selama lima tahun terakhir, meskipun lima tahun sebelumnya menurun.

Tabel 1. Perkembangan areal dan produksi kacang tanah dunia, 2002 –2012.

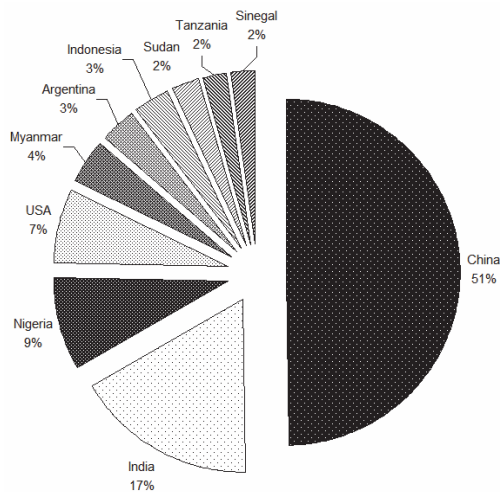
Tahun	Areal panen (ha)	Produktivitas (t/ha)	Produksi (t)
2002	23.017	1,44	33.133
2003	23.066	1,57	36.315
2004	23.702	1,54	36.452
2005	24.040	1,60	38.522
2006	21.530	1,55	33.347
2007	22.659	1,64	37.129
2008	24.217	1,57	37.921
2009	23.971	1,53	36.564
2010	25.478	1,65	42.142
2011	24.622	1,63	40.131
2012	24.709	1,67	41.186
Pertumb 02–07	–0,31	2,62	2,30
Pertumb 07–12	1,75	0,34	2,10

Sumber: FAOSTAT 2014. Diolah.

Fenomena ini mencerminkan bahwa petani di negara produsen makin tertarik menanam kacang tanah. Namun demikian, keterbatasan lahan dan persaingan penggunaan lahan dengan komoditas lain akan menyebabkan peningkatan areal tanam dan areal panen kacang tanah ke depan sulit dipertahankan. Oleh karena itu, peluang peningkatan produksi tergantung pada peningkatan produktivitas melalui perbaikan teknologi budidaya serta penciptaan dan penggunaan varietas unggul baru berdaya hasil tinggi. Hal ini merupakan tantangan bagi peneliti budidaya dan pemulia tanaman untuk menciptakan teknologi budidaya dan varietas unggul baru dengan produktivitas lebih tinggi daripada yang ada saat ini.

Tiga negara produsen utama kacang tanah adalah China, India, dan Nigeria, dengan pangsa produksi mendekati 64% dari total produksi kacang tanah dunia. Indonesia

menempati urutan ke-7 dengan pangsa produksi hanya 2,81% terhadap produksi kacang tanah dunia, seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sepuluh besar negara produsen kacang tanah dunia, 2014.

Konsumsi Kacang Tanah Dunia

Konsumsi dalam negeri (*Domestic Consumption*) suatu negara adalah resultante dari produksi dalam negeri, impor, ekspor, dan perubahan stock. Secara matematis, konsumsi dalam negeri dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_t = Q_t + M_t - X_t + Sb_t - Se_t \dots\dots\dots (1)$$

Di mana :

- C_t = volume konsumsi kacang tanah dalam negeri suatu negara pada tahun t
- Q_t = volume produksi kacang tanah dalam negeri suatu negara pada tahun t
- M_t = Volume impor kacang tanah suatu negara pada tahun t
- X_t = Volume ekspor kacang tanah suatu negara pada tahun t
- Sb_t = Stok kacang tanah suatu negara pada awal tahun t (*beginning stocks*)
- Se_t = Stok kacang tanah suatu negara pada akhir tahun t (*ending stocks*).

Konsumsi dalam negeri terdistribusi dalam bentuk penggunaan untuk pangan langsung (*food use*), untuk pakan (*feed use*) dan untuk industri pangan. Sedangkan total pasokan (*total supply*) dalam negeri terdiri dari konsumsi dalam negeri (C_t), kebutuhan ekspor (X_t) dan cadangan akhir dalam negeri (Se_t). Secara matematis, total pasokan dapat dirumuskan sebagai berikut:

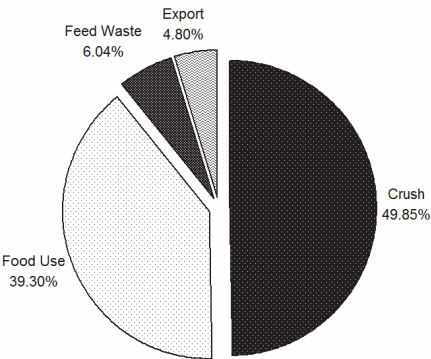
$$TS_t = C_t + X_t + Se_t \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{atau } TS_t = Q_t + M_t + Sb_t \dots\dots\dots (3)$$

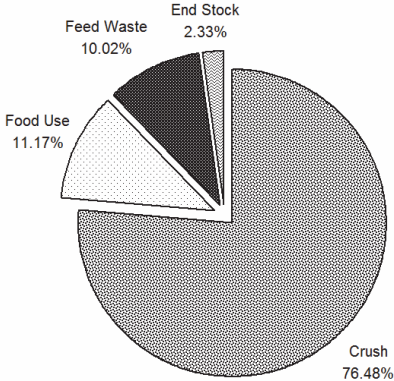
di mana: TS_t = total pasokan kacang tanah suatu negara pada tahun t

Sekitar 40,86 juta ton kacang tanah diproduksi dan dikonsumsi di dunia tiap tahun (USDA 2014). Berbagai bentuk kacang tanah yang umum dikonsumsi di dunia, yaitu minyak nabati yang diproduksi melalui *crushing industry* dan bungkil sebagai produk

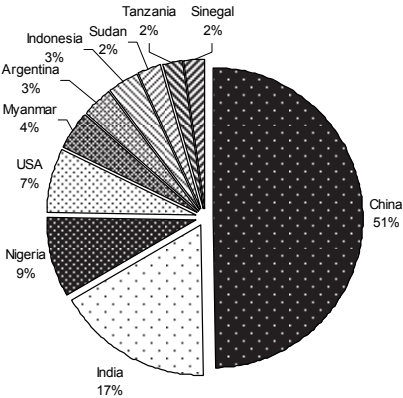
sampingan (*byproduct*) dari *crushing industry* untuk bahan pakan seperti di China dan India. Di negara-negara yang tidak mengembangkan industri minyak kacang tanah (*peanuts oil*), kacang tanah dikonsumsi dalam berbagai bentuk, mulai dari kacang goreng kemasan, hingga berbagai bentuk pangan olahan (*snack*) seperti di Amerika Serikat dan Uni Eropa.



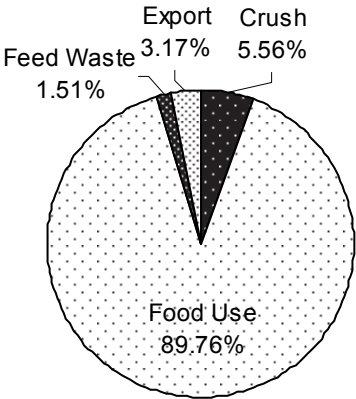
Gambar 2a. Rataan penggunaan kacang tanah di China, 2003–2013.



Gambar 2b. Rataan penggunaan kacang tanah di India, 2003–2013.



Gambar 3a. Rataan penggunaan kacang tanah di USA, 2003–2013.



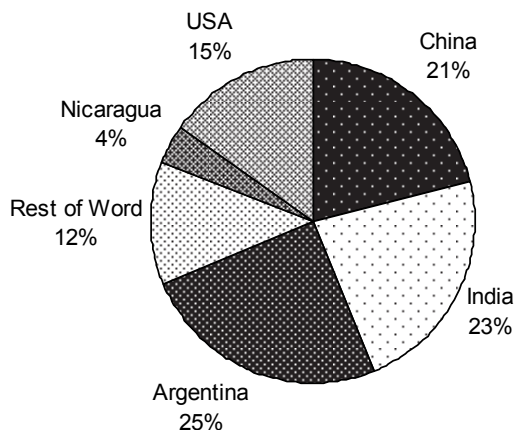
Gambar 3b. Rataan penggunaan kacang tanah di Uni Eropa, 2003–2013.

Di Indonesia dan negara-negara berkembang lainnya, kacang tanah selain dikonsumsi dalam bentuk kacang kemasan dan *snack* lainnya, juga dikonsumsi dalam berbagai bentuk pangan tradisional di tingkat rumah tangga. Selama periode 2003–2013, rataan penggunaan kacang tanah di China dan India disajikan pada Gambar 2a dan 2b. Sedangkan penggunaan kacang tanah di Amerika Serikat dan Uni Eropa adalah seperti disajikan pada Gambar 3a dan 3b.

Perdagangan Kacang Tanah Dunia

Ekspor Kacang Tanah

Lima negara eksportir kacang tanah terbesar di dunia adalah Argentina, India, China, USA dan Nicaragua. Pangsa pasar ekspor kelima negara tersebut mencapai 87,84% dari seluruh kacang tanah yang dipasarkan di pasar dunia. Pangsa pasar ekspor dari negara-negara sisanya hanya 12,16%. Hal yang menarik adalah ekspor Argentina. Sebagai negara produsen terbesar keenam, Argentina menjadi eksportir terbesar. Fenomena ini mengindikasikan bahwa sebagian besar produksi kacang tanah Argentina dipasarkan di pasar internasional. Negara yang menarik lainnya ialah Nicaragua yang merupakan negara produsen dengan ranking ke-25, tetapi menjadi negara eksportir terbesar keempat. Hal ini dimungkinkan sebagian besar bahkan seluruh kacang tanah yang diproduksi di Nicaragua diekspor. Data USDA (2014) menunjukkan bahwa Nicaragua tidak termasuk salah satu dari 20 negara importir kacang tanah. Ini berarti bahwa Nicaragua tidak melakukan impor untuk kemudian diekspor (re-ekspor). Dengan kata lain, Nicaragua meng-ekspor kacang tanah yang dihasilkan di dalam negerinya. Secara lebih rinci, ekspor kacang tanah dari lima negara eksportir terbesar disajikan pada Gambar 4.



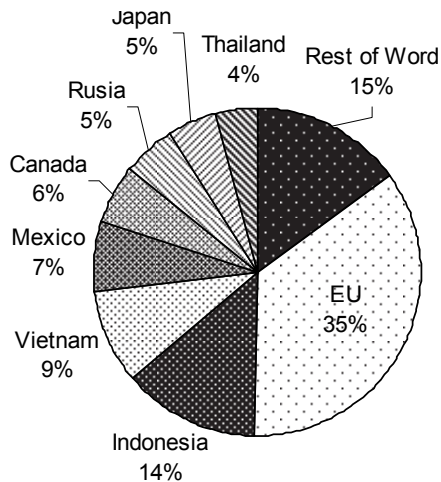
Gambar 4. Proporsi ekspor kacang tanah dari lima negara eksportir terbesar, 2014.

China sebagai negara produsen terbesar hanya menempati urutan ketiga negara eksportir setelah Argentina dan India. Ini berarti bahwa sebagian besar kacang tanah yang diproduksi di China dikonsumsi di dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan *crushing* dan *food industries*. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2a, bahwa hanya 4,8% pasokan kacang tanah di China diekspor, sisanya digunakan di dalam negeri.

Impor Kacang Tanah

Berbeda dengan pasar ekspor yang didominasi oleh lima negara eksportir, maka pasar impor terdistribusi ke lebih banyak negara. Setidaknya terdapat 8 (delapan) negara importir, dengan pangsa impor sekitar 85% dari total impor kacang tanah dunia. Tiga negara importir terbesar yaitu Uni Eropa, Indonesia dan Vietnam mendominasi dengan pangsa

pasar 58% dari total impor kacang tanah dunia. Indonesia merupakan negara importir kedua dengan pangsa impor 13,59%. Sebaran impor yang hampir merata di antara lima negara seperti disajikan pada Gambar 5. Sisa negara lainnya hanya berkontribusi sekitar 15%.

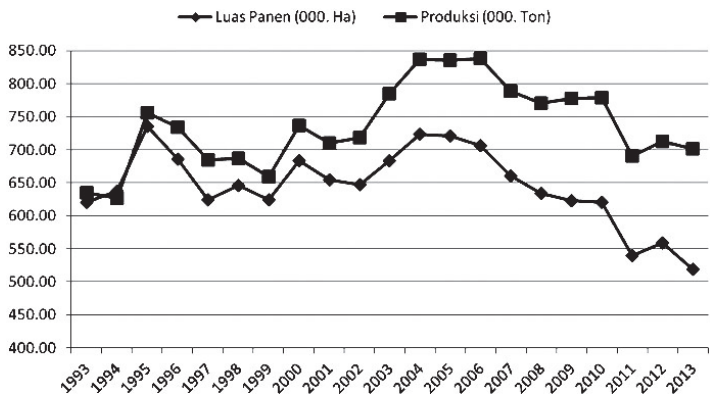


Gambar 5. Sebaran 8 negara importir kacang tanah, 2014.

**PRODUKSI, KONSUMSI, DAN PERDAGANGAN
KACANG TANAH DI INDONESIA**

Perkembangan Produksi

Selama dua dekade terakhir (1993–2013), areal dan produksi kacang tanah di Indonesia berfluktuasi dengan puncak produksi dicapai dalam periode 2004–2006. Setelah tahun 2006, areal dan produksi terus menurun, seperti disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perkembangan areal panen dan produksi kacang tanah di Indonesia, 1993–2013.

Jika dicermati luas areal panen dan produksi selama satu dekade terakhir (2003–2013), fluktuasi areal dan produksi masih terjadi. Secara umum, pertumbuhan per lima tahun memperlihatkan angka yang negatif. Penurunan areal panen selama dekade terakhir

makin cepat, yaitu 1,50%/tahun selama 2003–2008, dan 3,92%/tahun selama lima tahun berikutnya. Hal ini mencerminkan makin sulitnya petani mencari lahan yang sesuai untuk tanaman kacang tanah. Peningkatan produktivitas tidak cukup untuk mengimbangi penurunan areal panen, sehingga produksi masih menurun rata-rata 0,40%/tahun selama periode 2003–2008 dan 1,84%/tahun selama periode 2008–2013. Secara lebih rinci, perkembangan areal panen dan produksi kacang tanah di Indonesia selama dekade terakhir disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan areal panen dan produksi kacang tanah di Indonesia, 2003 –2013.

Tahun	Luas panen (ha)	Produksi (t)	Produktivitas (t/ha)
2003	683.537	785.526	1,15
2004	723.434	837.495	1,16
2005	720.526	836.295	1,16
2006	706.753	838.096	1,19
2007	660.480	789.089	1,19
2008	633.922	770.054	1,21
2009	622.616	777.888	1,25
2010	620.563	779.228	1,26
2011	539.459	691.289	1,28
2012	559.538	712.857	1,27
2013	519.056	701.680	1,35
Pertumb 2003–2008	–1,50	–0,40	1,12
Pertumb 2008–2013	–3,92	–1,84	2,16

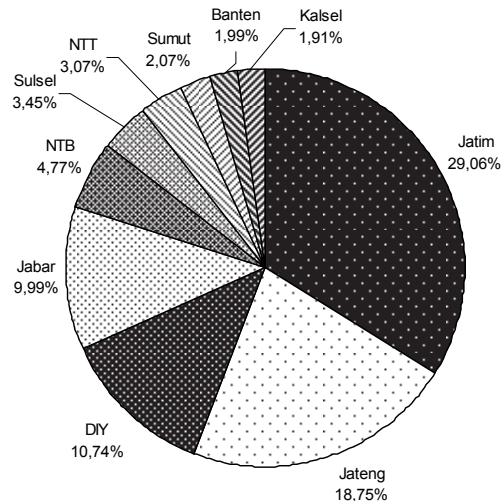
Sumber: BPS 2014, diolah.

Penurunan luas panen yang signifikan seperti terlihat pada Tabel 2, merupakan tantangan untuk memacu produktivitas, guna meningkatkan produksi untuk mengurangi ketergantungan pada impor. Saat ini produktivitas kacang tanah di Indonesia rata-rata baru mencapai 1,35 t/ha polong kering. China dan Amerika Serikat dapat menghasilkan masing-masing 3,61 t dan 4,73 t/ha. Ini berarti bahwa potensi hasil kacang tanah jauh lebih tinggi daripada rata-rata hasil di Indonesia, sehingga masih terbuka peluang untuk meningkatkan produktivitas. Data Puslitbangtan (2009) menunjukkan bahwa sampai tahun 2009 setidaknya terdapat 14 varietas kacang tanah yang dilepas oleh Badan Litbang Pertanian mempunyai potensi hasil di atas 3 t/ha polong kering. Menurut Kasno (2014), selama tahun 2010–2012 setidaknya telah dilepas 5 varietas baru kacang tanah dengan potensi hasil lebih tinggi dari 3 t/ha polong kering. Hingga saat ini telah dilepas 19 varietas kacang tanah dengan potensi hasil di atas 3 t/ha polong kering. Ini berarti bahwa Indonesia mempunyai potensi yang cukup besar dalam meningkatkan produktivitas kacang tanah untuk meningkatkan produksi dalam negeri.

Selain itu, saat ini kegiatan penelitian pemuliaan tanaman masih terus berupaya untuk menghasilkan varietas unggul baru berdaya hasil tinggi dan toleran terhadap cekaman lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Dengan kata lain, penelitian pemuliaan tanaman kacang tanah untuk menghasilkan varietas unggul baru berdaya hasil tinggi masih merupakan strategi penelitian dan pengembangan tanaman pangan yang harus mendapat prioritas.

Konsentrasi Produksi

Selama dekade terakhir, sebagian besar (86%) produksi kacang tanah berada di 10 provinsi penghasil utama kacang tanah. Hanya 14% tersebar di 23 provinsi lainnya. Sekitar 69% terkonsentrasi di empat provinsi, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, dan Jawa Barat. Kontribusi masing-masing dari 10 provinsi penghasil kacang tanah di Indonesia adalah seperti disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Sebaran 10 provinsi sentra produksi kacang tanah di Indonesia, 2003–2013.

Tabel 3. Perkembangan areal dan produksi kacang tanah di 10 provinsi sentra produksi, 2003–2013.

Provinsi	Rataan		Pertumbuhan			
	Areal (000 ha)	Produksi (000 t)	Areal (%/th)		Produksi (%/th)	
	2003–2013	2003–2013	2003–2008	2008–2013	2003–2008	2008–2013
Jawa Timur	188	229	0,62	–2,52	0,78	0,55
Jawa Tengah	142	179	–1,68	–7,33	–0,34	–5,67
DI Yogyakarta	71	69	–1,69	0,49	1,83	2,29
Jawa Barat	68	98	–4,19	0,09	–2,73	3,13
NTB	33	43	–5,58	3,80	–4,39	5,31
Sulsel	32	38	–6,69	–33,57	–7,22	–27,42
NTT	19	21	10,92	–8,71	13,49	–8,96
Sumut	18	20	–6,25	–10,82	–5,10	–10,09
Banten	13	17	4,93	–5,49	5,89	–4,73
Kalsel	14	17	1,42	–8,37	0,03	–7,37

Sumber: BPS 2014. Diolah.

Perkembangan luas areal dan produksi kacang tanah selama periode 2003–2008, menunjukkan penurunan yang signifikan di hampir semua provinsi sentra produksi,

kecuali di Jawa Timur, NTT, Banten dan Kalimantan Selatan. Pada periode 2008–2013, hanya tiga provinsi yang luas areal dan produksinya meningkat, yaitu DI Yogyakarta, Jawa Barat dan NTB, seperti disajikan pada Tabel 3.

Penurunan areal panen selama periode 2003–2008 di enam provinsi sentra produksi relatif masih rendah, sehingga penurunan produksi kacang tanah nasional juga masih rendah, yaitu rata-rata 0,40%/tahun. Selama lima tahun berikutnya, yaitu pada periode 2008–2013, penurunan areal panen di tujuh provinsi, terutama di Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan cukup berarti dalam pertumbuhan produksi kacang tanah, sehingga produksi nasional menurun rata-rata 1,84%/tahun.

Perkembangan Konsumsi dan Perdagangan

Volume konsumsi kacang tanah dalam negeri sangat tergantung dari persediaan (*total supply*) dalam negeri. Sedangkan persediaan dalam negeri ditentukan oleh volume produksi, impor, dan stok awal. Perkembangan persediaan dan konsumsi kacang tanah di Indonesia selama dekade terakhir adalah seperti disajikan pada Tabel 4.

Di tengah volume produksi yang terus menurun karena menurunnya areal panen, total persediaan kacang tanah selama dekade terakhir ternyata meningkat rata-rata 1,32% per tahun. Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya volume impor. Data selama dekade terakhir menunjukkan bahwa volume impor kacang tanah rata-rata 22% dari total konsumsi. Kecenderungan volume impor masih terus meningkat, meskipun dengan pertumbuhan yang menurun. Hal ini ditunjukkan oleh impor selama tahun 2012 dan 2013 yang sudah mencapai rata-rata 30% dari total konsumsi dalam negeri. Jika tidak ada terobosan berarti dalam peningkatan produktivitas, maka produksi akan terus menurun sejalan dengan penurunan areal tanam. Konsekuensinya, Indonesia akan makin tergantung pada impor.

Tabel 4. Perkembangan persediaan kacang tanah di Indonesia, 2003–2013.

Tahun	Produksi (000 ton)	Impor (000 ton)	Stok awal (000 ton)	Total Supply (000 ton)
2003	786	114	60	960
2004	837	151	50	1.038
2005	836	193	73	1.102
2006	838	209	85	1.132
2007	789	253	68	1.110
2008	770	239	72	1.081
2009	778	275	118	1.171
2010	779	292	181	1.252
2011	691	228	157	1.076
2012	713	343	90	1.146
2013	702	310	82	1.094
Rataan	774	237	94	1.106
Pertumb 03–13	–1,12	10,52	3,17	1,32
Pertumb 08–13	–1,83	5,34	2,64	0,24

Sumber: BPS 2014 dan USDA 2014. Diolah.

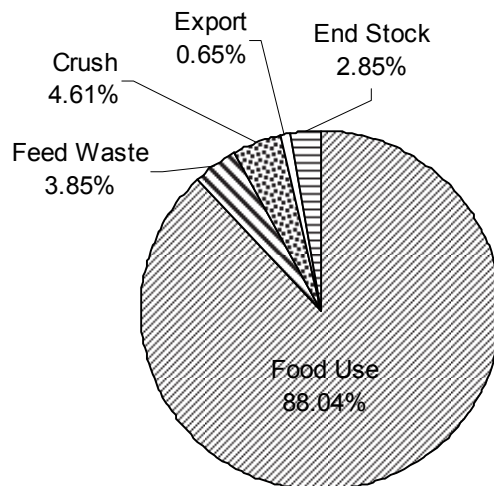
Sekitar 96% dari persediaan kacang tanah nasional dikonsumsi di dalam negeri untuk berbagai penggunaan. Sebagian kecil sisanya untuk stok akhir tahun dan ekspor. Dari

volume yang dikonsumsi di dalam negeri, penggunaan untuk pangan merupakan proporsi terbesar. Distribusi volume penggunaan kacang tanah di Indonesia selama periode 2003–2013 adalah seperti disajikan pada Tabel 5. Sedangkan rata-rata proporsi penggunaannya disajikan pada Gambar 8.

Tabel 5. Perkembangan persediaan dan konsumsi kacang tanah di Indonesia, 2003–2013.

Tahun	Total supply (000 ton)	Konsumsi Dlm neg (000 ton)	Pangan (000 ton)	Pakan (000 ton)	Crushing (000 ton)	Stok Akhir (000 ton)	Ekspor (000 ton)
2003	960	939	851	37	51	45	8
2004	1.038	1.013	913	43	57	39	9
2005	1.102	1.061	975	29	57	58	9
2006	1.132	1.098	987	55	56	66	9
2007	1.110	1.083	988	46	49	53	9
2008	1.081	1.047	952	49	46	51	6
2009	1.171	1.113	1.021	43	49	88	7
2010	1.252	1.165	1.069	46	51	141	7
2011	1.076	1.037	954	36	47	113	6
2012	1.146	1.113	1.027	37	49	67	6
2013	1.094	1.061	966	47	47	60	6
Rataan	1.106	1.066	973	42	51	71	7
Pertumb 03–13	1,32	1,23	1,28	2,51	–0,80	2,81	–2,55
Pertumb 08–13	0,24	0,26	0,30	–0,57	0,33	2,98	0,33

Sumber: BPS 2014 dan USDA 2014. Diolah.



Gambar 8. Rataan proporsi penggunaan kacang tanah di Indonesia, 2003–2013.

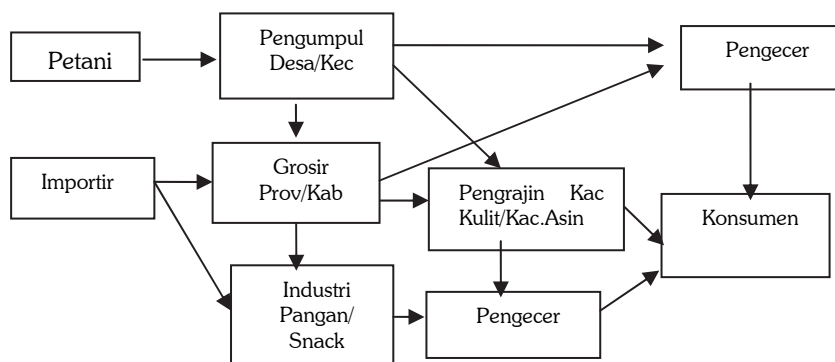
Data Tabel 5 menunjukkan bahwa selain penggunaan kacang tanah untuk pangan, ternyata ada sebagian kecil kacang tanah yang digiling dan diperas untuk menghasilkan minyak nabati dalam *crushing industry*. Namun proporsinya hanya sekitar 4% dari *total supply* kacang tanah dalam negeri. Selain itu, masih ada kacang tanah yang diekspor

dengan proporsi sangat kecil, kurang dari 1%. Rataan proporsi penggunaan kacang tanah di Indonesia selama periode 2003–2013 adalah seperti disajikan pada Gambar 8.

Pemasaran Dalam Negeri

Fungsi pemasaran adalah untuk mengantarkan produk pertanian dari produsen awal (petani) kepada konsumen akhir melalui kegiatan penanganan pascapanen, pengolahan, pengemasan, penyimpanan dan transportasi. Seperti telah diungkapkan di depan bahwa sebagian besar kacang tanah di Indonesia dikonsumsi untuk pangan, baik dikonsumsi langsung dalam bentuk biji maupun dalam berbagai bentuk makanan ringan (*snack*) dan minyak nabati.

Rantai pemasaran kacang tanah tergantung bentuk yang dikonsumsi. Rantai pemasaran kacang tanah dari petani yang paling pendek (sederhana) adalah kacang tanah yang langsung dikonsumsi dalam bentuk biji segar di tingkat rumah tangga. Pelaku pasar yang terlibat dalam pemasaran kacang tanah antara lain adalah petani, pedagang pengumpul (tingkat desa, kecamatan, dan kabupaten), pedagang besar (grosir), pengrajin, industri pengolahan, dan pengecer, sebelum sampai ke konsumen akhir (Erwidodo dan Saptana 1996; Rina 2006). Jika komoditas tersebut memasuki pengrajin kacang garing, kacang asin, atau kacang goreng, maka saluran pemasarannya akan lebih panjang. Terlebih lagi jika kacang tanah memasuki proses industri pengolahan menjadi berbagai bentuk makanan olahan, rantai pasarnya akan menjadi lebih panjang lagi. Sedangkan pasokan kacang tanah berasal dari dua sumber, yaitu produksi dalam negeri dan dari impor. Lebih dari 20% kacang tanah didatangkan dari luar negeri (impor). Bahkan Indonesia menjadi negara importir terbesar kedua setelah Uni Eropa. Di dalam negeri, sesuai dengan bentuk kacang tanah yang dikonsumsi, secara garis besar rantai pemasaran kacang tanah adalah seperti disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Rantai pemasaran kacang tanah di Indonesia.

Menurut Ditjen Tanaman Pangan (2013) bahwa pemasaran kacang tanah yang berlaku di tingkat petani secara umum terdiri dari dua sistem, yaitu: (1) sistem pemasaran bebas, artinya petani bebas melakukan penjualan kapan saja dan kepada siapa saja yang memberi harga yang lebih tinggi; (2) sistem kontrak jual-beli, artinya produsen dan pembeli sudah melakukan perjanjian jual beli sebelum kacang tanah ditanam. Sistem kedua ini dinilai menguntungkan kedua belah pihak, karena terdapat kepastian produksi dan harga. Salah satu bentuk sistem kontrak adalah “kemitraan” yang dilakukan oleh

produsen sebagai penjual dengan perusahaan sebagai pembeli dalam jangka waktu tertentu. Kemitraan bertujuan untuk meraih keuntungan bersama dengan prinsip saling membutuhkan dan saling membesarkan. Karena merupakan strategi bisnis, maka keberhasilan kemitraan sangat ditentukan oleh adanya kepatuhan dari semua pihak yang bermitra dalam menjalankan etika bisnis.

Kemitraan usaha antara kelompok tani kacang tanah dengan mitra usaha di beberapa daerah telah berjalan meskipun belum berkembang seperti yang diharapkan. Manfaat yang dapat diperoleh dengan terjalinnya kemitraan antara lain: (1) permodalan semakin kuat, (2) terjadinya transfer teknologi, (3) pembinaan lebih intensif dan (4) adanya jaminan pasar produk.

Kegiatan kemitraan yang sudah terjalin antara pelaku usaha dan petani selama ini di beberapa provinsi perlu dibina dan dikembangkan dengan model kemitraan yang disepakati bersama.

Beberapa model/pola kemitraan yang ada, yaitu (Ditjen Tanaman Pangan 2013) sebagai berikut.

- Bantuan sarana produksi, hasil dibeli seluruhnya oleh perusahaan.
- Bantuan teknologi, pupuk, penanganan pascapanen, hasil dibeli seluruhnya oleh perusahaan.
- Pinjaman sarana produksi, hasil dibeli perusahaan sesuai kesepakatan.
- Modal petani, hasil dijamin dibeli oleh perusahaan.

Beberapa perusahaan yang bergerak di bidang industri pangan yang menghasilkan berbagai jenis makanan ringan (*snack*) dari kacang tanah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Daftar perusahaan yang menghasilkan berbagai makanan ringan (*snack*).

No	Nama Perusahaan	Alamat	Produk
1.	Bambang Sugianto	Pabrik: Jl. Raya 139 Margomulyo RT 01/01, Kode Pos 62356, Telp/HP : 0356 - 611095/ 082755002, Kec. Kerek, Tuban	Kacang Tanah Ose
2.	Sumber Tani	Pabrik : Jl. Diponegoro 44 62314, Telp: 0356-321841, Kec. Tuban, Kab. Tuban	Kacang Tanah Ose
3.	PT Bumi Mekar Tani	Head Office: Wisma Garudafood 1 Jl. Bintaro Raya No. 10 A. Jkt Phone/Fax : 021-7290110/ 021-7290112 www.garudafood.com E-mail: bmt@garudafood.com	Kacang Tanah Olahan (Kacang Atom, kacang telur, kacang kulit sangrai, dll)
	PT Garuda Putra Putri Jaya	Pabrik: Jl. Raya Pati Juana Km 2.3 Telp/Fax: 0295-381673/ 0295-383863 Kecamatan Pati, Kab. Pati	
4.	PT Dua Kelinci	Jl. Raya Pati -Kudus Km 6.3 Pati Indonesia, HP 085697988040, 08122553608, Phone 0295-381407, 381664, Fax: 0295-385652, www.dk-peanuts.com, email: pati@dk-peanuts.com	Kacang Tanah Olahan (Kacang Atom, kacang telur, Kacang Kulit Sangrai, dll)
5.	PT Dwi Kelinci	Pabrik: Jl. Raya Pati -Kudus Km 6.3 59163, Telp: 0295-381407,381664, Fax 0295-381457, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah	Kacang panggang
6.	ABC	Pabrik: Jl. Pahlawan 26 62381, Telp: 0356-323804, HP : 0815508759, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur	Kacang Tanah Ose

Sumber: Ditjen Tanaman Pangan 2013.

PROSPEK PENGEMBANGAN

Prospek Pasar

Kacang tanah termasuk komoditas yang multi fungsi, yaitu dapat dikonsumsi langsung dalam bentuk biji segar, dan dapat digunakan sebagai bahan baku industri berbagai jenis makanan olahan dan minyak nabati, serta bungkilnya untuk pakan ternak. Oleh karena itu, perkembangan industri pangan dan pakan ternak berbahan baku kacang tanah telah menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap kacang tanah dalam negeri. Meningkatnya penggunaan kacang tanah merupakan peluang pasar yang besar bagi pengembangan produksi kacang tanah.

Menurut Ditjen Tanaman Pangan (2013) bahwa pengolahan kacang tanah menjadi berbagai produk makanan dan produk antara (setengah jadi) untuk bahan baku industri, baik industri skala menengah dan besar maupun untuk skala industri rumah tangga dapat menciptakan diversifikasi produk olahan yang digemari masyarakat dan dapat meningkatkan nilai tambah. Beberapa karakteristik dari kacang tanah yang merupakan peluang bagi pengembangan produksi kacang tanah di antaranya sebagai berikut:

- 1) permintaan yang terus meningkat untuk konsumsi dan industri pengolahan
- 2) memiliki keunggulan produk untuk pangan sehat
- 3) memiliki alternatif produk turunan (pangan, pakan) karena sifatnya yang multi fungsi
- 4) harga jual yang relatif stabil dan kompetitif dengan harga kacang-kacangan lain
- 5) industri pengolahan kacang tanah dari skala kecil hingga skala besar di Indonesia berkembang dengan baik.
- 6) Berdasarkan karakteristik seperti pada butir (1) sampai (5), maka kacang tanah mempunyai prospek pasar yang sangat baik untuk dikembangkan di Indonesia.

Prospek Produksi dan Konsumsi

Dari sisi produksi, tanpa terobosan yang berarti dalam perluasan areal tanam dan teknologi budidaya, maka ke depan produksi kacang tanah akan terus menurun. Penurunan produksi terutama disebabkan oleh tajamnya laju penurunan areal tanam melampaui laju peningkatan produktivitas. Jika pertumbuhan areal panen dan produktivitas ke depan masih seperti yang terjadi selama periode 2003–2013, maka areal panen dan produksi hingga tahun 2025 diproyeksikan terus menurun, seperti disajikan pada Tabel 7. Di sisi lain, konsumsi dalam negeri selama periode yang sama diproyeksikan terus meningkat, sehingga defisit juga meningkat dan harus dipenuhi melalui impor. Pada tahun 2025, defisit yang harus dipenuhi dari impor diproyeksikan melampaui 32% dari kebutuhan konsumsi dalam negeri. Dengan kata lain, tanpa terobosan yang berarti, di masa mendatang Indonesia makin tergantung pada impor.

Tabel 7. Proyeksi produksi dan konsumsi kacang tanah di Indonesia, 2013–2025.

Tahun	Areal (000 ha)	Produksi (000 ton)	Konsumsi Dalam Negeri (000 ton)	Surplus (000 ton)
2013	519	702	1061	–359
2014	505	694	1085	–367
2015	491	686	1109	–375
2016	478	678	1134	–383
2017	465	671	1159	–390
2018	452	663	1185	–398
2019	440	656	1211	–405
2020	428	648	1238	–413
2021	416	641	1266	–420
2022	405	634	1294	–427
2023	394	627	1323	–434
2024	383	620	1352	–441
2025	373	613	1382	–448

Sumber: BPS 2014 dan USDA 2014. Diolah.

Strategi Pengembangan

Produksi kacang tanah selama dekade terakhir terus menurun akibat penurunan areal panen yang cukup signifikan. Jika pertumbuhan yang terjadi selama dekade terakhir masih tetap berlangsung di masa mendatang, maka produksi kacang tanah di Indonesia diproyeksikan akan terus menurun. Makin terbatasnya lahan untuk tanaman kacang tanah merupakan salah satu kendala yang menyebabkan terus menurunnya areal tanam. Selain itu, menurut Kasno (2014), bahwa adopsi varietas unggul kacang tanah di Indonesia baru mencapai rata-rata 51,36%, sehingga produktivitas rata-rata nasional masih jauh di bawah potensi hasil varietas unggul yang ada saat ini.

Makin terbatasnya lahan dan masih rendahnya produktivitas menyebabkan produksi makin tidak mampu memenuhi permintaan dalam negeri, sehingga defisit diperoyeksikan akan terus meningkat. Kecenderungan defisit yang makin besar dapat diantisipasi melalui berbagai strategi percepatan peningkatan produksi dalam negeri. Kesenjangan produktivitas antara potensi hasil varietas unggul yang tersedia dengan produktivitas di tingkat petani masih besar. Di Indonesia saat ini setidaknya terdapat 19 varietas unggul kacang tanah berdaya hasil tinggi (>3 t/ha polong kering), sementara produktivitas secara nasional baru mencapai 1,35 t/ha polong kering. Hal ini berarti bahwa masih terbuka peluang yang besar untuk meningkatkan produktivitas melalui introduksi dan promosi inovasi teknologi budidaya spesifik lokasi, termasuk penggunaan varietas unggul (Puslitbangtan 2009; Kasno 2014). Ditjen Tanaman Pangan (2013) mengidentifikasi masih besarnya senjang hasil antara potensi dengan hasil nyata di lapangan yang merupakan potensi peningkatan produktivitas. Selain itu, juga diidentifikasi ketersediaan teknologi maju dan sumberdaya manusia yang terampil dalam budidaya kacang tanah.

Sejalan dengan ketersediaan varietas unggul yang dihasilkan dari serangkaian penelitian pemuliaan tanaman, Badan Litbang Pertanian saat ini juga mengembangkan inovasi baru berupa teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) untuk kacang tanah. Keter-

sediaan inovasi teknologi PTT spesifik lokasi merupakan potensi yang besar untuk meningkatkan produktivitas mencapai sasaran 2 t/ha polong kering pada tahun 2014 dan 2,5 t/ha polong kering pada tahun 2010 (Harsono 2012). Dalam inovasi teknologi PTT, komponen teknologi yang diterapkan dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu teknologi dasar dan teknologi pilihan. Menurut Rahmianna *et al.* (2010), bahwa kelompok teknologi dasar merupakan syarat keharusan yang diterapkan di semua agro-ekosistem di semua daerah, sedangkan penerapan teknologi pilihan disesuaikan dengan kondisi agro-ekosistem serta kemampuan dan kemauan petani. Yang tergolong Teknologi Dasar meliputi: (1) penggunaan varietas unggul baru (VUB), (2) penggunaan benih bermutu dan berlabel, (3) pengolahan tanah, (4) pembuatan saluran drainase, (5) pengaturan populasi tanaman dengan jarak tanam, dan (6) pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) secara terpadu. Yang termasuk Teknologi Pilihan adalah: (1) pemupukan sesuai kebutuhan tanaman dan kesuburan tanah, (2) pemberian pupuk organik, (3) ameliorasi untuk lahan masam, (4) pengairan pada periode kritis, dan (5) penerapan panen dan pascapanen yang baik.

Strategi pengembangan inovasi teknologi yang harus ditingkatkan ialah **alih teknologi** dari Badan Litbang Pertanian sebagai sumber teknologi kepada petani atau kelompok tani sebagai pengguna teknologi. Dalam hal alih teknologi, Badan Litbang Pertanian telah membentuk Balai Pangkajian Teknologi Pertanian (BPTP) sebagai ujung tombak di 33 provinsi. Mandat utama BPTP adalah menyediakan teknologi tepat guna spesifik lokasi di wilayah kerja masing-masing. Untuk menyediakan teknologi tepat guna spesifik lokasi, BPTP melakukan perakitan dan uji adaptasi teknologi yang siap pakai dari balai penelitian komoditas nasional, di wilayah kerja masing-masing. Selain itu, BPTP juga berperan aktif melakukan alih teknologi melalui berbagai pendekatan diseminasi, seperti audiensi dengan *stakeholder* pertanian di daerah, seminar, temu alih teknologi, pameran teknologi, penyebaran leaflet dan brosur teknologi serta gelar teknologi bekerjasama dengan kelompok tani, lembaga penyuluhan, dinas terkait dan pihak swasta di daerah. Dengan kerjasama yang baik antarberbagai pihak, diharapkan proses alih teknologi dapat berjalan lebih cepat, sehingga petani paham, mampu, dan mau menerapkan teknologi maju guna meningkatkan produktivitas.

Namun demikian, kendala yang masih sering dihadapi petani dalam menerapkan teknologi maju ialah keterbatasan modal. Oleh karena itu, Ditjen Tanaman Pangan masih memandang penting adanya subsidi benih unggul, pupuk dan pestisida. Di samping itu, penyediaan kredit lunak dengan administrasi sederhana juga diperlukan untuk mengatasi keterbatasan modal petani dalam menerapkan teknologi maju. Selain keterbatasan modal, sumberdaya lahan juga merupakan salah satu faktor penentu (*determinant factor*) keberhasilan dalam meningkatkan produksi kacang tanah. Oleh karena itu, sudah saatnya pemerintah memberi perhatian yang cukup dalam membangun lembaga keuangan mikro seperti Bank Pertanian untuk menyediakan kredit lunak dengan administrasi yang sederhana di perdesaan. Selain itu, lahan-lahan bekas HGU perkebunan yang saat ini ditelantarkan selayaknya didistribusikan ke petani kecil untuk pengembangan budidaya kacang tanah. Perluasan areal tanam juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan areal perkebunan muda sebelum tajuknya menutupi permukaan lahan. Menurut data Statistik Perkebunan bahwa saat ini setidaknya terdapat 2,48 juta ha tanaman kelapa sawit muda atau disebut Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) dan sekitar 0,75 juta ha TBM karet yang tersebar di seluruh Indonesia (Ditjen Perkebunan 2010a; Ditjen Perkebunan 2010b). Jika 10% saja dari lahan TBM tersebut ditanami kacang tanah, maka akan terdapat tambahan

luas areal tanam sekitar 323 ribu ha, atau sekitar 62% dari areal panen tahun 2013. Jika produktivitas yang dicapai dari perluasan areal ini rata-rata 50% dari produktivitas nasional, maka tambahan areal tanam tersebut akan menyumbang sekitar 31% dari produksi kacang tanah nasional. Namun untuk melaksanakan strategi ini diperlukan kemauan dan komitmen politik dari pemerintah untuk melakukan gerakan serentak tanam kacang tanah (Gertak Tanah) secara nasional pada TBM kelapa sawit dan karet di seluruh kabupaten/kota di Indonesia. Sebagai pemicu, di awal gerakan pemerintah selayaknya menyediakan sarana produksi (benih unggul, pupuk dan bahan kimia lain) yang diperlukan.

PENUTUP

Sebagai salah satu komoditas pangan yang bernilai ekonomi tinggi, popularitas kacang tanah di Indonesia tidak setinggi kedelai, sehingga relatif belum tersentuh oleh kebijakan pengembangan agribisnisnya. Oleh karena itu, teknologi budidaya yang diterapkan petani masih tradisional dan sederhana, sehingga produktivitasnya relatif masih rendah.

Pertambahan penduduk dan pesatnya perkembangan industri makanan berbahan baku kacang tanah telah memicu peningkatan permintaan kacang tanah. Namun di sisi lain, produksi dalam negeri makin tidak mampu memenuhi permintaan yang terus meningkat, sehingga Indonesia masih menjadi negara importir kedua terbesar dunia setelah Uni Eropa. Bahkan produksi nasional selama dekade terakhir terus menurun akibat menurunnya areal tanam. Dua faktor yang diduga menyebabkan penurunan areal, yaitu kurangnya insentif harga dan makin sulitnya petani mencari lahan untuk tanaman kacang tanah. Peningkatan produktivitas karena kemajuan teknologi belum mampu mengimbangi laju penurunan areal tanam, sehingga produksi terus menurun.

Rataan produktivitas kacang tanah di Indonesia masih jauh di bawah produktivitas yang dicapai di China dan Amerika Serikat, bahkan masih jauh di bawah potensi hasil varietas unggul yang ada di Indonesia saat ini. Oleh karena itu, pengembangan teknologi PTT dengan menggunakan varietas unggul berdaya hasil tinggi merupakan kebijakan yang strategis dalam upaya meningkatkan produksi dan mengurangi ketergantungan pada impor kacang tanah. Kebijakan tersebut dapat diimplementasikan dalam bentuk gerakan serentak tanam kacang tanah, terutama di lahan-lahan tanaman kelapa sawit dan karet muda yang tajuknya belum menutupi permukaan lahan, di seluruh kabupaten/kota di Indonesia. Gerakan tersebut perlu dipicu dengan program bantuan penyediaan sarana produksi (benih unggul, pupuk dan bahan kimia lain) yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasno, A., dan. D. Harnowo. 2014. Karakteristik varietas unggul kacang tanah dan adopsinya oleh petani. *Iptek Tanaman Pangan* 9(1): 13–23. Puslitbang Tanaman Pangan.
- Ditjen Perkebunan. 2010a. Statistik Perkebunan Indonesia 2009–2011. Kelapa Sawit. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Ditjen Perkebunan. 2010b. Statistik Perkebunan Indonesia 2009–2011. Karet. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Ditjen Tanaman Pangan. 2013. Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Erwidodo dan Saptana. 1996. Prospek harga dan pemasaran kacang tanah di Indonesia. Hlm. 21–40 *dalam* N. Saleh, K. Hartojo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudar-

- yono, dan A. Winarto. (Peny.). Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7-1996. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Harsono, A. 2012. Inovasi teknologi budidaya berbasis pengelolaan tanaman terpadu untuk meningkatkan produksi kacang tanah. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Budidaya Tanaman. Kementerian Pertanian dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, 5 April 2012.
- Hutabarat, B. 2003. Prospect of feed crops to support the livestock evolution in South Asia: Framework of the study project. *In Proc. of Workshop on the CGPRT Feed Crops Supply/Demand and Potential/Constraints for Their Expansion in South Asia held in Bogor. Indonesia. Sept 3–4. 2002. CGPRT Centre Monograph No. 42. Bogor. Indonesia.*
- Purba, F.H.K. 2012. Potensi pengembangan kacang tanah dalam peluang usaha di berbagai daerah Indonesia. <http://heropurba.blogspot.com/2012/11/potensi-pengembangan-kacang-tanah-dalam.html>. Diakses 3 Juli 2014.
- Puslitbang Tanaman Pangan. 2009. Deskripsi Varietas Unggul Palawija 1918–2009. Puslitbang Tanaman Pangan.
- Rahmianna, A.A., A. Taufiq, J. Purnomo, Marwoto, dan N. Saleh. 2010. Pedoman Umum PTT Kacang Tanah. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Rina, Y. 2006. Pemasaran kacang tanah di lahan lebak Kalimantan Selatan. *Dalam* Noor, M., I. Noor, dan A. Supriyo (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Terpadu*. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Santosa, B.A.S. 2009. Inovasi Teknologi *Defatting*: Peluang peningkatan diversifikasi produk kacang tanah dalam industri pangan. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Pengolahan Hasil. Badan Litbang Pertanian. Bogor.

PROFIL BIO-INDUSTRI KACANG TANAH DI INDONESIA

Rita Mezu ¹⁾ dan Astanto Kasno ²⁾

¹⁾ Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi,

²⁾ Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Pertanian bio-industri berkelanjutan memandang lahan pertanian selain sebagai sumberdaya alam juga industri yang memanfaatkan seluruh faktor produksi untuk menghasilkan pangan guna mewujudkan ketahanan pangan serta produk lain yang dikelola menjadi bioenergi yang bebas limbah dengan menerapkan prinsip mengurangi, memanfaatkan kembali dan mendaur ulang. Pertanian harus dijadikan sebagai motor penggerak transformasi pembangunan yang berimbang dan menyeluruh, bio-industri pertanian berkelanjutan dengan berbasis bahan bakar bioenergi, industri beralih dari bahan bakar fosil ke bahan bakar terbarukan (hayati) (Suswono 2013). Pada era pasar global, ekonomi dunia semakin terintegrasi dan membentuk pasar regional. Kondisi ekonomi dunia yang lebih terbuka dan bebas, di samping membuka peluang usaha dan ekspor yang lebih besar, mengisyaratkan semakin meningkatnya persaingan baik di pasar domestik maupun pasar dunia. Dalam kondisi seperti ini, tidak ada jalan lain bagi Indonesia kecuali terus melakukan upaya peningkatan daya saing melalui peningkatan efisiensi dalam semua lini kegiatan (Erwidodo dan Saptana 1966).

Bio-industri pada kacang tanah secara informal telah berlangsung sejak lama, dari skala kecil (kacang bawang, gula kacang, kacang rebus) hingga industri besar (kacang garing, kacang atom kacang telur). Pemasok kacang tanah pada industri kecil dan besar adalah petani. Pada budidaya kacang tanah, brangkasian segar digunakan untuk pakan ternak. Pengguna brangkasian menjadi pemanen kacang tanah jika ingin mendapatkan brangkasian segar. Tukang delman bahkan memberi makan kudanya dengan brangkasian kacang tanah yang dibeli di pasar rumput. Kotoran ternak digunakan lagi pada budidaya kacang tanah. Tampak terwujud sistem pertanian bio-industri kacang tanah berkelanjutan.

Tanaman kacang tanah sebetulnya mempunyai potensi sangat besar untuk dikembangkan baik dari segi agroklimat, ketersediaan teknologi dan ketersediaan pasar. Namun kendala-kendala spesifik lokasi yang belum teratasi seperti serangan hama penyakit, penerapan teknologi yang tidak sesuai dengan anjuran yang telah ada menyebabkan peningkatan produksi secara nasional masih belum optimal. Pemasaran komoditas kacang tanah tidak mengalami hambatan dalam pemenuhan kebutuhan dalam negeri juga terbuka peluang ekspor (Munawir 1976).

Makalah menyajikan profil bio-industri dan dukungan kebijakan pengembangan kacang tanah di Indonesia.

PERKEMBANGAN KACANG TANAH

Perkembangan Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Kacang Tanah

Luas panen kacang tanah di Indonesia pada tahun 2010 mencapai 620.563 ha, hanya 91,5% dari perkiraan seluas 678.500 ha. Tahun 2011 dan 2012 memiliki kecenderungan serupa, bahkan tahun 2012 hanya mencapai 68,9% dari luas panen yang diperkirakan (Tabel 1). Produksi kacang tanah tahun 2010 mencapai 779.228 t, atau 88,3% dari

produksi perkiraan, dan hal yang sama terjadi pada tahun 2011, realisasi produksi hanya mencapai 27,9% dari perkiraan (Tabel 2). Produksi kacang tanah tahun 2007–2011 cenderung turun, sehingga senjang produksi dan permintaan semakin lebar. Pada periode tersebut produksi diperkirakan meningkat, tetapi sebaliknya terjadi penurunan produksi. Tahun 2011 produksi kacang tanah diperkirakan mencapai 970.000 t, dan realisasinya hanya 698 982 t atau 72% dari sasaran produksi (Tabel 2). Produktivitas kacang tanah rata-rata tahun 2010 dan 2011, masing-masing 1,256 dan 1,244 t/ha, juga lebih rendah dari produktivitas perkiraan, masing-masing 1,3 dan 1,35 t/ha (Tabel 3).

luas panen, produksi dan produktivitas kacang tanah tahun 2007–2012 lebih tinggi dari kenyataan, padahal bio-industri kacang tanah dari kacang garing, kacang atom, kacang telur, dan kacang bawang sudah berkembang namun produksinya masih di bawah kapasitas maksimum.

Jumlah rumah tangga yang bekerja pada usahatani padi dan palawija meningkat rata-rata 0,32% dalam periode 1993–2003, pada tahun 1993 sebanyak 17.548.000 dan tahun 2013 sebanyak 18.115.000 rumah tangga. Bertambahnya rumah tangga pada kondisi luas lahan terbatas dan harga produk yang relatif rendah merupakan indikasi berkurangnya pendapatan rumah tangga pertanian padi dan palawija (Dirbinprodan 2004).

Pulau Jawa dari tahun 2007 hingga 2012 memberikan kontribusi luas panen kacang tanah antara 68% hingga 70% terhadap luas panen nasional. Pada periode yang sama, Jawa Timur menempati peringkat pertama memberikan kontribusi luas panen antara 66% hingga 72%, atau rata-rata 70% (Tabel 1).

Kacang tanah di Sumatera Barat, Lampung, DIY, NTB, NTT, dan Sulawesi Utara (18% dari 33 provinsi) pada periode tersebut konsisten memberikan peningkatan luas tanam, sedang provinsi lainnya mengalami penurunan produksi kacang tanah (Tabel 2).

Dari sekitar 23 juta ton produksi kacang tanah dunia, kawasan Asia dan Pasifik memberikan kontribusi sekitar 50%. Di kawasan Asia dan Pasifik, China memberikan kontribusi 55%, India 34%, Indonesia 5% dan Vietnam 1,8% untuk periode tahun 1997–1999. Selama periode tersebut laju pertumbuhan produksi di China cenderung meningkat, sedangkan India, Indonesia dan Vietnam menunjukkan laju pertumbuhan produksi yang menurun, masing-masing 9,5%, 7,8% dan 3,9% (Hutabarat dan Maeno 2002).

Produksi kacang tanah tahun 2003 telah mencapai 829.550 ton, namun 2011 hanya mencapai 698.982 ton atau mengalami penurunan 16%. Penurunan produksi kacang tanah dalam kurun waktu delapan tahun, antara lain disebabkan oleh bertambahnya permintaan sebagai akibat dari bertambahnya jumlah penduduk dan keuntungan yang diberikan kurang kompetitif dibandingkan tanaman lain, seperti semangka dan melon.

Penurunan produksi sejalan dengan penurunan luas panen kacang tanah, penurunan tersebut dapat diimbangi dengan peningkatan produktivitas kacang tanah. Produktivitas kacang tanah dari tahun 2007 hingga 2011 berkisar 1,195–1,256 t/ha, lebih rendah dari sasaran produktivitas 1,3 atau 1,35 t/ha, masing-masing untuk tahun 2010 dan 2011 (Tabel 3).

Tabel 1. Luas panen kacang tanah menurut provinsi (ha) tahun 2007–2012.

Provinsi	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Jawa Timur	167.324	170.437	180.557	172.550	163.278	163.513
Jawa Tengah	139.250	135.270	124.178	119.565	100.348	105.679
DI Yogyakarta	66.527	64.087	62.539	58.780	59.053	60.725
Jawa Barat	63.922	54.103	61.498	67.901	51.570	53.569
DKI Jakarta	18	17	9	9	11	10
Sulawesi Selatan	34.011	30.690	25.785	30.528	18.106	23.351
Nusa Tenggara Barat	25.488	25.541	28.750	25.044	28.514	25.508
Nusa Tenggara Timur	18.517	21.894	18.396	16.574	19.461	19.694
Sumatera Utara	17.694	16.626	14.294	14.520	11.417	10.154
Kalimantan Selatan	15.843	14.161	13.051	12.270	10.946	10.162
Bali	13.732	12.247	11.902	10.397	10.290	9.572
Banten	13.715	12.299	12.971	13.862	10.716	10.727
Lampung	10.698	10.316	8.667	13.967	13.211	8.420
Sulawesi Tenggara	8.696	7.781	5.999	6.918	5.423	7.496
Sulawesi Tengah	7.312	5.231	6.207	5.071	5.126	6.136
Sumatera Barat	7.185	7.797	7.722	7.280	8.791	6.819
Aceh	6.582	5.214	4.707	5.579	6.025	5.681
Sulawesi Utara	5.756	6.573	6.450	6.611	7.138	6.293
Sumatera Selatan	5.583	5.757	4.797	4.632	3.749	3.129
Bengkulu	5.477	4.622	3.499	7.030	7.904	5.403
Maluku Utara	5.374	4.305	2.766	3.682	4.043	4.824
Riau	3.475	2.412	2.023	2.188	2.245	1.723
Papua	2.845	2.796	2.408	2.437	2.050	1.990
Gorontalo	2.591	1.878	1.646	1.873	1.623	1.003
Maluku	2.562	2.573	2.618	2.454	2.429	1.529
Kalimantan Timur	2.161	2.223	2.294	2.091	1.844	1.479
Jambi	2.060	1.960	1.771	1.468	1.508	1.203
Kalimantan Barat	1.685	1.779	1.929	1.863	1.369	1.383
Kalimantan Tengah	1.537	1.282	1.225	924	947	687
Bangka Belitung	612	463	405	360	378	325
Sulawesi Barat	552	528	711	1.439	1.621	741
Papua Barat	125	958	729	540	576	445
Kepulauan Riau	71	102	113	156	156	174
Indonesia	660.480	633.922	622.616	620.563	561.866	541.340
Perkiraan				678.500	718.500	785.700

Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2012).

Tabel 2. Produksi kacang tanah (ton) di berbagai provinsi di Indonesia, tahun 2007–2011.

Provinsi	Tahun				
	2007	2008	2009	2010	2011
Aceh	7.972	6.322	5.926	7.063	7.588
Sumatera Utara	20.329	19.316	16.771	16.449	12.110
Sumatera Barat	9.671	10.260	9.207	9.162	11.863
Riau	3.225	2.240	2.020	2.007	2.040
Kepulauan Riau	63	94	104	144	144
Jambi	2.501	2.367	2.184	1.782	1.849
Sumatera Selatan	7.676	7.499	6.459	6.109	4.957
Kepulauan Bangka Belitung	568	422	387	358	385
Bengkulu	5.430	4.585	3.472	7.253	8.063
Lampung	12.756	13.088	11.090	17.617	16.913
DKI Jakarta	18	17	9	10	11
Jawa Barat	91.439	78.512	89.454	99.058	78.241
Banten	18.171	16.319	19.782	20.381	14.482
Jawa Tengah	174.438	171.385	162.430	161.222	133.985
DI Yogyakarta	56.667	63.240	65.893	58.918	60.469
Jawa Timur	196.886	202.345	216.474	207.796	191.197
Bali	19.077	16.592	15.583	11.582	11.162
Nusa Tenggara Barat	32.913	32.348	38.615	33.666	37.806
Nusa Tenggara Timur	21.353	25.678	22.465	20.069	23.721
Kalimantan Barat	1902	2.012	2.107	2.125	1.547
Kalimantan Tengah	1.690	1417	1.365	1.032	1.059
Kalimantan Selatan	18.214	16.476	15.221	14.445	13.466
Kalimantan Timur	2.425	2.465	2.547	2.468	2.197
Sulawesi Utara	7.562	8.640	8.493	8.671	9.374
Gorontalo	3.336	1.849	1.655	2.261	1.736
Sulawesi Tengah	10.808	8.758	10.225	8.424	8.773
Sulawesi Selatan	39.740	36.269	32.331	41.898	26.931
Sulawesi Barat	777	744	1.001	2.022	2.279
Sulawesi Tenggara	7.628	6.938	5.089	4.942	4.226
Maluku	3.061	3.077	3.133	2.950	2.973
Maluku Utara	6.186	4.951	3.181	4.235	4.650
Papua	2.845	2.851	2.464	2.541	2.181
Papua Barat	1762	978	751	568	604
Indonesia	789.089	770.054	777.888	779.228	698.982
Perkiraan				882.000	970.000

Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2012).

Produktivitas kacang tanah secara nasional masih rendah bila dibandingkan dengan potensi hasil yang mencapai 2–3 t/ha (polong kering). Hal ini berarti masih terdapat peluang untuk meningkatkan produksi melalui peningkatan produktivitas. Beberapa faktor penyebab rendahnya produktivitas kacang tanah di tingkat petani antara lain rendahnya

penerapan teknologi, terbatasnya modal usaha, sempitnya lahan skala usaha, dan belum berkembangnya kemitraan usaha serta fluktuasi produksi dan harga pada saat panen raya.

Tabel 3 Produktivitas kacang tanah di berbagai Provinsi di Indonesia, tahun 2007–2011.

Provinsi	2007	2008	2009	2010	2011
Aceh	12,11	12,13	12,59	12,66	12,11
Sumatera Utara	11,49	11,62	11,73	11,33	10,61
Sumatera Utara	11,49	11,62	11,73	11,33	11,49
Sumatera Barat	13,46	13,16	11,92	12,59	13,46
Riau	9,28	9,29	9,99	9,17	9,09
Kepulauan Riau	8,87	9,22	9,20	9,23	9,23
Jambi	12,14	12,08	12,33	12,14	12,26
Sumatera Selatan	13,75	13,03	13,46	13,19	13,22
Kepulauan Babel	9,28	9,11	9,56	9,94	10,19
Bengkulu	9,91	9,92	9,92	10,32	10,20
Lampung	11,92	12,69	12,80	12,61	12,80
DKI Jakarta	10,00	10,00	10,00	11,11	10,00
Jawa Barat	14,30	14,51	14,55	14,59	15,17
Banten	13,25	13,27	15,25	14,70	13,51
Jawa Tengah	12,53	12,67	13,08	13,48	13,35
DI Yogyakarta	8,52	9,87	10,54	10,02	10,24
Jawa Timur	11,77	11,87	11,99	12,04	11,71
Bali	13,89	13,55	13,09	11,14	10,85
NTB	12,91	12,67	13,43	13,44	13,26
NTT	11,53	11,73	12,21	12,11	12,19
Kalimantan Barat	11,29	11,31	10,92	11,41	11,30
Kalimantan Tengah	11,00	11,05	11,14	11,17	11,18
Kalimantan Selatan	11,50	11,63	11,66	11,77	12,30
Kalimantan Timur	11,22	11,09	11,10	11,80	11,91
Sulawesi Utara	13,14	13,14	13,17	13,12	13,13
Gorontalo	12,88	9,85	10,05	12,07	10,70
Sulawesi Tengah	14,78	16,74	16,47	16,61	17,11
Sulawesi Selatan	11,68	11,82	12,54	13,72	14,87
Sulawesi Barat	14,08	14,09	14,08	14,05	14,06
Sulawesi Tenggara	8,77	8,92	8,48	7,14	7,79
Maluku	11,95	11,96	11,97	12,02	12,24
Maluku Utara	11,51	11,50	11,50	11,50	11,50
Papua	10,36	10,20	10,23	10,43	10,64
Papua Barat	10,21	10,21	10,30	10,52	10,49
Indonesia	11,95	12,15	12,49	12,56	12,44
Perkiraan				13,00	13,50

Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2012).

Neraca penyediaan dan permintaan kacang tanah periode 2007 hingga 2012 rata-rata negatif, artinya bahwa Indonesia dalam kurun waktu tersebut memenuhi kebutuhan kacang tanahnya dari impor 191.560,80 ton (Tabel 4). Negara-negara pemasok kacang tanah ke Indonesia adalah Vietnam, India, China, dan Thailand (Erwidodo dan Saptana 1996).

Produksi kacang tanah tahun 2007–2014 fluktuatif dan cenderung turun, kecuali tahun 2012 meningkat 7% dari produksi tahun 2011, namun belum dapat mengimbangi besarnya permintaan, sehingga kekurangan permintaan pada periode tersebut dipenuhi oleh impor. Pada periode tahun 2008–2011, impor kacang tanah berkisar 140.000–252.000 ton (Tabel 4). Impor kacang tanah tertinggi tahun 2011 mencapai 251.748 ton. Munawir (1996) melaporkan bahwa impor kacang tanah tahun 1994 mencapai 150.000 t. Selain berupa biji, impor kacang tanah juga berupa bungkil. Impor bungkil kacang tanah tahun 1993 mencapai 181.723 t digunakan untuk pakan.

Tabel 4. Produksi dan impor kacang tanah tahun 2007–2012.

Tahun	Produksi (t)	Impor (t)
2007	789.089	175.001
2008	770.054	206.855
2009	777.888	142.392
2010	779.228	181.808
2011	691.289	251.748
2012	743.754	125.636*)
Rata-rata	643.335	159.634

Sumber : BPS Diolah; *) impor sampai dengan bulan Juni 2012.

KONTRIBUSI DALAM GIZI MASYARAKAT

Secara tradisional kontribusi kacang tanah lebih dikenal sebagai sumber minyak dan protein nabati, masing-masing dengan kandungan 47,2% dan 30,4%. Peranan tersebut dalam percaturan dunia masing-masing menempati peringkat keempat dan ketiga. Sebagai bahan pangan, kacang tanah mengandung kalori tertinggi diantara aneka tanaman kacang (Tabel 5), konsumsi kacang tanah terus meningkat (Tabel 6).

BIO-INDUSTRI KACANG TANAH

Kacang tanah dalam bio-industri digunakan sebagai bahan untuk membuat keju, mentega, sabun dan minyak goreng. Hasil sampingan dari minyak dapat dibuat bungkil (ampas kacang yang sudah dipipit/diambil minyaknya) dan dibuat oncom melalui fermentasi jamur. Manfaat daunnya selain dibuat sayuran mentah ataupun direbus, digunakan juga sebagai bahan pakan ternak serta pupuk hijau. Sebagai bahan pangan dan pakan ternak yang bergizi tinggi, kacang tanah mengandung lemak (40,50%), protein (27%), karbohidrat, dan vitamin (A, B, C, D, E dan K), serta mineral antara lain Calcium, Chlorida, Ferro, Magnesium, Phospor, Kalium dan Sulfur.

Tabel 5. Komposisi energi, protein, lemak dan karbohidrat berbagai macam tepung (dalam 100 g bdd).

Jenis Tepung	Energi (kkal)	Lemak (g)	Protein (g)	Karbohidrat (g)
Beras	364	7,0	0,5	80,0
Singkong	359	2,9	0,7	84,9
Ubijalar putih	355	5,2	2,0	80,6
Ubijalar merah	363	5,3	2,1	83,3
Ubijalar ungu	337	4,9	1,9	76,4
Tales	186	3,6	0,4	45,0
Kacang hijau	1420	23,7	1,3	67,3
Kacang tunggak	1430	27,5	1,3	73,9
Kedelai	1680	35,0	18,0	32,0
Kacang tanah	2457	30,4	47,2	11,7

Sumber: Marudut dan Sundari (2000).

Tabel 6. Impor, produksi, konsumsi, permintaan, kekurangan dan perkiraan produk kacang tanah tahun 2008–2012.

Tahun	Impor (t)	Produksi (t)	Konsumsi (t)	Permintaan (t)	Kekurangan (t)	Perkiraan Produksi (t)
2008	206.855	770.054	770.449	1.013.596	106.940	906.940
2009	142.239	777.888	781.928	1.043.144	124.099	919.045
2010	181.342	779.228	832.764	1.072.692	141.542	882.000
2011	251.748	698.982	844.672	1.102.240	168.690	970.000
2012	125.6363)		897.043	1.131.788	174.428	955.360

3) = sampai Juni 2012. Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2012).

Kacang tanah mengandung Omega 3 yang merupakan lemak tak jenuh ganda dan Omega 9 yang merupakan lemak tak jenuh tunggal. Dalam 100 g kacang tanah terdapat 18 g Omega 3 dan 17 g Omega 9. Kacang tanah mengandung fitosterol yang justru dapat menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida, dengan cara menahan penyerapan kolesterol dari makanan yang disirkulasikan dalam darah dan mengurangi penyerapan kembali kolesterol dari hati, serta tetap menjaga HDL kolesterol. Kacang tanah juga mengandung arginin yang dapat merangsang tubuh untuk memproduksi nitrogen monoksida yang berfungsi untuk melawan bakteri tuberculosis.

Kedepan peluang bio-industri kacang tanah diharapkan dapat semakin terbuka luas sejalan dengan peningkatan kebutuhan masyarakat. Peningkatan produksi kacang tanah memerlukan teknologi yang tidak terbatas pada teknologi produksi/budidaya saja tetapi juga teknologi pasca panen/pengolahan yang tepat guna, spesifik lokasi, terpadu, murah dan efisien. Pada teknologi budidaya pemanfaatan varietas unggul harus memberikan hasil yang maksimal. Selain itu peluang pengembangan kacang tanah masih sangat terbuka luas sejalan dengan berkembangnya industri pangan olahan, industri pakan dan industri-industri lainnya yang menggunakan bahan baku dari kacang tanah baik untuk permintaan pasar dalam negeri maupun untuk ekspor. Teknologi budidaya varietas,

teknologi pascapanen primer dan sekunder secara detail akan dibahas lagi di bagian lain dalam buku ini.

KEBIJAKSANAAN PENGEMBANGAN KACANG TANAH

Impor Kacang Tanah

Impor kacang tanah Indonesia selama lima tahun terakhir sangat fluktuatif, namun rata-rata meningkat 21,7% per tahun. Impor kacang tanah pada tahun 2008 sebesar 206.855 t menjadi 251.748 t pada tahun 2011, meskipun terjadi penurunan pada tahun 2009 dan 2010 (Tabel 6). Hal ini berarti terjadi kenaikan permintaan kacang tanah di Indonesia. Dengan adanya kesepakatan AFTA pada tahun 2003 maka perdagangan di antara negara ASEAN menjadi bebas tanpa adanya tarif dan kuota. Sedang untuk hubungan perdagangan dengan APEC negara berkembang harus sudah membebaskan segala bentuk tarif dan kuota sampai pada tahun 2020. Ketergantungan impor kacang tanah berdampak terhadap neraca perdagangan maupun cadangan devisa.

Impor kacang tanah berhubungan dengan produksi kacang tanah di Indonesia. Impor kacang tanah pada tahun 2008 sebesar 206.855 t, disebabkan produksi kacang tanah dalam negeri pada tahun 2008 hanya mencapai 906.940 t atau dibawah permintaan 1.013.596 t (kurang 106.940 t). Pada tahun 2008 konsumsi kacang tanah mencapai 770.449 t. Karena kacang tanah tidak hanya untuk konsumsi saja maka diimpor sebanyak 206.855 t (Tabel 6).

Kebutuhan Kacang Tanah Dalam Negeri

Selama periode tahun 2008 hingga tahun 2012, kebutuhan kacang tanah dalam negeri meningkat rata-rata 2,8%/tahun, sedangkan peningkatan produksi rata-rata masih 1,0%/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa produksi kacang tanah dalam negeri selama periode tersebut belum dapat memenuhi permintaan kacang tanah. Ramalan produksi sekitar 15% di atas realisasi, atau pada era pasar terbuka keinginan pengguna sukar diramalkan.

Pokok-pokok Kebijakan

Kacang tanah merupakan komoditas daerah, sehingga pengembangannya ditentukan oleh kebijakan daerah. Daerah-daerah sentra produksi kacang tanah melaksanakan pengembangan kacang tanah sesuai dengan kebijakan daerah daerah masing-masing.

Komoditas nasional seperti padi, jagung dan kedelai dikembangkan sesuai dengan pokok-pokok kebijakan tanaman pangan yang tertuang dalam SK Menteri Pertanian. Tanaman kacang tanah dapat mengacu pada pokok-pokok pengembangan tanaman pangan sebagai berikut:

1. Intensifikasi pertanian terkait dengan kegiatan agribisnis dan agroindustri serta merupakan tumpuan usaha dalam pembangunan pertanian. Pembangunan pertanian dilaksanakan dengan jalan meningkatkan, memperluas dan memperdalam usaha-usaha pengembangan pertanian ke dalam sistem agribisnis dan perekonomian pedesaan seiring dengan pengembangan sumberdaya manusia.
2. Program intensifikasi dilaksanakan dengan tiga pendekatan yaitu pendekatan sistem agribisnis, pendekatan pembangunan pertanian dan pedesaan yang terpadu dan berkelanjutan, dan pendekatan basis sumberdaya pertanian.
3. Intensifikasi pertanian dilaksanakan secara terpadu, mencakup semua komoditas cabang usahatani baik komoditas prioritas Nasional maupun prioritas Daerah yang

memiliki nilai ekonomis dan peluang pasar, diutamakan keikutsertaan petani kecil. Keterpaduan tercermin antara lain dalam pola tanam, polikultur, tumpang Sari, tumpanggilir, tanaman sela, maupun cabang usahatani lainnya. Pola usahatani/pola tanam komoditas yang diintensifkan ditetapkan berdasarkan musyawarah kelompok tani

4. Mutu intensifikasi ditingkatkan melalui penerapan teknologi yang direkomendasikan untuk mewujudkan produktivitas tinggi dengan didukung oleh:
 - Pengaturan pola usahatani, pola tanam dan tata komoditas yang tepat guna dalam rangka pengembangan berbagai komoditas usahatani yang cocok terhadap agroklimat setempat dan memiliki nilai ekonomi tinggi dalam skala usaha (luasan, volume) yang secara sosial ekonomi menguntungkan, untuk meningkatkan pendapatan dan taraf hidup petani.
 - Kegiatan intensifikasi yang dilaksanakan secara swadaya dan diarahkan dengan mewujudkan kerjasama yang serasi antara berbagai perangkat kelembagaan di bidang pengaturan, penyuluhan pertanian, perkreditan/permodalan, penyaluran saprodi maupun pengolahan dan pemasaran hasil dengan titik berat pembinaan diarahkan untuk meningkatkan kemandirian dan produktivitas petani, mengembangkan kelembagaan agribisnis dan agroindustri pedesaan dan memanfaatkan potensi wilayah secara optimal.
 - Intensifikasi di lahan kering dilaksanakan secara terpadu dengan memperhatikan kaidah konservasi tanah dan air.
 - Peningkatan partisipasi petani pada intensifikasi pertanian dilakukan dengan upaya pembudayaan penyusunan RDK dan RDKK, mendorong memanfaatkan fasilitas kredit yang tersedia.
 1. Intensifikasi dikembangkan dengan hubungan kemitraan usaha yang saling menguntungkan antara petani/kelompok tani dengan perusahaan pembimbing.
 2. Pada intensifikasi, perusahaan pembimbing berkewajiban meningkatkan kemampuannya menjadi mitra usaha bekerjasama dengan kelompok tani.
 3. Guna menjamin pelaksanaan peningkatan mutu intensifikasi, dan mengatasi berbagai hambatan, pendekatan dan upaya khusus dapat dilaksanakan agar tatalaksana intensifikasi berlaku secara konsekuen dan berkesinambungan.
 4. Berbagai program yang mendorong motivasi petani dilaksanakan program yang dapat memacu peningkatan partisipasi dan prestasi petani/kelompok tani.

PENUTUP

Tanaman kacang tanah memiliki peran strategis dalam pangan nasional sebagai sumber protein dan minyak nabati. Konsumsi kacang tanah sebagai sumber pangan sehat terus meningkat, namun kemampuan produksi di dalam negeri belum dapat memenuhi permintaan kacang tanah. Produksi dan luas panen, masing-masing merupakan tolok ukur kontribusi terhadap PDB dan banyaknya petani produsen kacang tanah. Produktivitas sebagai tolok ukur peningkatan pendapatan dan kinerja teknologi.

Produktivitas rata-rata kacang tanah tersebut masih sekitar 60% dari produktivitas hasil penelitian (1,19–1,26 t/ha) biji kering, di bawah perkiraan 1,30–1,35 t/ha bij kering. Sebagian petani telah menerapkan teknologi produksi kacang tanah, terutama benih varietas

unggul, pupuk dan pestisida yang meningkat tajam. Penggunaan benih rata-rata hanya sekitar 50 kg/ha dari anjuran 90–100 kg/ha, dan menyerap biaya tertinggi 106,3%. Biaya untuk pupuk dan pestisida, masing-masing 11,8% dan 0,98%, atau sekitar 68% dan 24% dari yang dianjurkan. Dengan demikian, secara umum aplikasi teknik produksi kacang tanah oleh petani belum optimal, dan fokus pada penggunaan benih. Hal tersebut mengisyaratkan bahwa kontribusi benih suatu varietas dipandang esensial bagi petani kacang tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T., A.A. Rahmianna dan Suhartina. 1993. Budidaya kacang tanah. Hal. 91–107 *dalam* Kasno, A., A. Winarto dan Sunardi (Peny.). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Badan Pusat Statistik. 1999. Konsumsi dan protein penduduk Indonesia dan provinsi, 1999. Survei Sosial Ekonomi Nasional. Buku 2. BPS. Jakarta - Indonesia. 266 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2001. Statistik Indonesia 1998. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2012. Produksi Tanaman Pangan 2011. http://www.bps.go.id/tmn_pgn.php. diakses. [23 Agustus 2013].
- Balitkabi. 2000. Rencana Strategis Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan umbi-umbian 2001–2004. Balitkabi. 40 hlm.
- Balitkabi. 2001. Laporan Tahunan Balitkabi 2000. Balitkabi. 83 hlm.
- Balitkabi. 2003. Laporan tahunan Balitkabi 2002. Balitkabi. 66 hlm.
- Balitkabi. 2004. Teknologi Budidaya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 22 hlm.
- Balitkabi. 2011. Laporan tahunan Balitkabi 2011. Balitkabi. 70 hlm.
- Balitkabi. 2012. Teknologi produksi kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubikayu dan ubi jalar. 28 hlm.
- Budianto, J. 2000. Teknologi Pertanian sebagai Pemacu Pengembangan Pangan. Seminar Nasional Interaktif: Penganekaragaman Makanan untuk Memantapkan Tersedianya Pangan. Jakarta, 18 hlm.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2012. Road Map Peningkatan Produksi Kacang Tanah dan Kacang Hijau Tahun 2010–2014. Jakarta. 73 hlm.
- Direktorat Jendral Bina Produksi Tanaman Pangan (Dirbinprotan). 2004. Manajemen pembangunan tanaman pangan. Makalah disampaikan pada Rakernas Pelaksanaan PROSIMANTAP TA. 2004 di Surabaya tanggal 4–6 Mei 2004.
- Erwidodo dan Saptana. 1996. Prospek harga dan pemasaran kacang tanah di Indonesia. Hlm. 21–40 *dalam* Saleh, N, Koes Hartojo, Heriyanto, A. Kasno. A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Eds). Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Hilman, H., A. Kasno dan N. Saleh. 2004. Peran kacang dan ubi dalam pangan nasional serta perkembangan teknologinya. Makalah Disampaikan pada seminar 30 tahun Badan Litbang Pertanian Bogor, Agustus 2004. 63 hlm.
- Hilman, Y., A. Kasno, N. Saleh, T. Adisarwanto dan K. Hartojo. 2004. Varietas unggul baru dan teknik produksi mendukung prog pengembangan tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Disampaikan pada Lokakarya Pemberdayaan Penyuluh di Jawa Timur. Surabaya, 16 Juni 2004.

- Kasno, A. 2003. Varietas Kacang Tanah Tahan *Aspergillus flavus* Sebagai Komponen Esensial dalam Pencegahan Kontaminasi Aflatoksin. Orasi Pengukuhan APU. Puslit-bangtan. 61 hlm.
- Kasno, A., T. Adisarwanto, dan N. Saleh. 1993. Teknologi untuk meningkatkan hasil kacang tanah di Tuban. Seri Pengembangan No. 28/5/1993. Balittan Malang.
- Kasno, A., Marwoto dan N. Saleh. 2002. Inovasi teknologi kacang-kacangan dan umbi-umbian menjawab tantangan Ketahanan Pangan. Balitkabi. 24 hlm.
- Maesen van der, L.J.G., S. Somaatmadja. 1993. Kacang-kacangan. PROSEA. Penerbit PT. Gedia Pustaka Utama, Jakarta. 137 hlm.
- Marudut dan T. Sundari. 2000. Tepung-tepungan sumber kreativitas tata boga. Seminar Nasional Interaktif: Penganekaragaman makanan untuk memanfaatkan tersedianya pangan. Jakarta, 17 Oktober 2000.
- Munawir. 1996. Kebijakan pengembangan kacang tanah di Indonesia, 1–8 *dalam* Saleh, N, Koes Hartojo, Heriyanto, A. Kasno. A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Peny.). Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Saleh, N., A. Kasno, T. Adisarwanto dan K. Hartojo. 2003. Teknologi inovatif kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung ketahanan pangan dan pengembangan agro-industri. Seminar di Balitkabi, 16–17 September 2003.
- Saleh, N., dan Y. Baliadi. 1993. Penyakit virus pada kacang tanah dan upaya pengendaliannya. hlm. 205–224 *dalam* A. Kasno, A. Winarto dan Sunardi (Peny). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Sri Hardaningsih. 1993. Teknologi untuk mengendalikan penyakit daun kacang tanah. Seri Pengembangan No. 29/12/1993. Balittan Malang.
- Sumarno dan I. Manwan. 1992. Program Nasional Penelitian Kacang-kacangan. R. Soehendi, dan A.A. Rahmianna (Penerjemah: National Coordinated Research: Grain Legumes). Balittan Malang.
- Sumarno. 1986. Teknik Budidaya Kacang Tanah. Penerbit Sinar Baru, Bandung. 79 hlm.
- Supriyatin dan Marwoto. 1993. Hama-hama penting pada kacang tanah, hlm. 225–244. *Dalam*. Kasno, A., A. Winarto dan Sunardi (Peny). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Suryana, A. 2003. Refleksi 40 tahun dan perspektif penganekaragaman pangan dalam pemantapan ketahanan pangan nasional. hlm. 21–40 *dalam* P. Hariyadi, B. Krisnamurti, dan F.G. Winarno (Peny.). Penganekaragaman Pangan. Forum Kerja Penganekaragaman Pangan, Jakarta Oktober 2003.
- Suswono. 2013. Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2013–2015; Membangun Pertanian Bioindustri Berkelanjutan.
- Tohir, K. 1960. Pedoman Bercocok Tanam. Dinas Penerbitan Balai Pustaka, Jakarta. 267 hlm.

STATUS KACANG TANAH DI INDONESIA

Sumarno

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

PENDAHULUAN

Penggunaan kacang tanah di Indonesia terbatas untuk bahan pangan sampingan terutama sebagai camilan dalam bentuk gorengan, rebusan, dan campuran berbagai makanan olahan seperti kue kering, roti, “cake”, selai kacang, es krim, dan campuran perasa (*flavor*) makanan. Penggunaan biji kacang tanah dalam industri minyak goreng sudah sangat berkurang oleh persaingan bahan minyak berasal dari kelapa sawit dan kelapa, dan bahkan juga biji jagung dan kedelai. Padahal di antara tanaman kacang-kacangan, kacang tanah mengandung minyak tertinggi, hingga 50% atau lebih. Di India, yang tidak ada kelapa sawit, kacang tanah digolongkan sebagai tanaman penghasil minyak (*oilseed crop*). Sebelum industri minyak goreng menggunakan bahan baku minyak sawit, penggunaan biji kacang tanah di Indonesia sebagian besar untuk minyak goreng, bersama-sama dengan bahan baku minyak dari kelapa.

Beralihnya penggunaan kacang tanah dari bahan minyak goreng menjadi bahan pangan sampingan bukan berarti menurunkan permintaan akan kacang tanah. Neraca produksi dan kebutuhan kacang tanah nasional terus bertambah, dengan status defisit yang terus meningkat (Tabel 1). Produksi kacang tanah tidak banyak berkembang dan tetap terbatas pada wilayah produksi tradisional. Pengembangan sentra produksi di luar wilayah tradisional hampir tidak terjadi pada dua puluh lima tahun terakhir. Walaupun kacang tanah bukan tanaman asli Indonesia, tetapi adaptasi tanaman ini di Indonesia cukup baik, dan cara budidayanya juga relatif mudah. Sayangnya cara tanam kacang tanah di Indonesia masih sederhana dan dalam areal yang kecil-kecil terpecah.

Tabel 1. Perkembangan produksi, konsumsi, dan impor kacang tanah di Indonesia.

Tahun	Produksi (t/th)	Total konsumsi dan kebutuhan industri (t/th)	Impor (t)
1990	633.323	643.919	9.597
1993	639.708	639.496	14.092
1996	706.979	781.670	66.945
1999	680.096	834.333	120.252
2002	721.453	685.816	154.308
2005	882.730	699.329	114.030
2006	850.000	700.000	137.466
2007	789.089	723.000	175.855
2008	770.054	745.649	139.875
2009	777.888	781.928	142.392
2010	779.228	800.000	181.808

Sumber: BPS (2004); Ditjentan.(2011); FAOSTAT (2012).

Di sentra produksi kacang tanah, seperti di Tuban Jawa Timur, kacang tanah sebagian besar ditanam sebagai tanaman kedua setelah padi gogo. Penanaman pada musim pertama (awal musim hujan) terbatas hanya untuk penyediaan benih. Di Subang Jawa Barat, kacang tanah di lahan sawah berpengairan pedesaan ditanam setelah padi sawah; demikian juga di Lombok, NTB. Belum pernah ada petani yang memiliki lahan luas

khusus untuk usahatani kacang tanah seperti halnya di India, Australia, atau di Amerika Serikat.

Produksi kacang tanah yang stagnan dan impor yang terus meningkat disebabkan oleh sistem produksi yang tidak mampu merespon kebutuhan pasar. Secara rinci defisit kacang tanah produksi nasional disebabkan oleh hal-hal berikut.

1. Tidak tersedia lahan yang cukup luas, yang secara khusus dialokasikan untuk memproduksi kacang tanah,
2. Kacang tanah hanya sebagai tanaman rotasi, bukan diposisikan sebagai tanaman utama,
3. Luas panen tidak mencukupi guna memproduksi kacang tanah sesuai kebutuhan nasional,
4. Usahatani kacang tanah dilakukan oleh petani kecil, lemah modal, sehingga cenderung menggunakan sarana produksi minimal dan sukar mengadopsi teknologi maju,
5. Teknik produksi masih sederhana tradisional, produktivitas rendah,
6. Karena sebagai tanaman musim kedua, tanaman kacang tanah sering mengalami kekeringan yang berakibat produktivitas menurun,
7. Belum ada program pengembangan dan fasilitasi dari pemerintah untuk meningkatkan produktivitas dan produksi kacang tanah,
8. Belum ada pelayanan perbenihan; sehingga sebagian besar petani menanam dengan benih mutu asalan,
9. Prioritas pengembangan kacang tanah dinilai rendah, dianggap bukan sebagai komoditas pangan strategis,
10. Walaupun harga eceran kacang tanah tinggi dan sering naik tajam menjelang hari-hari raya keagamaan, namun tidak dijadikan sebagai komponen penentu inflasi nasional, sehingga kondisi defisit produksi cukup dipenuhi dari impor.

Dari sepuluh faktor penyebab tersebut yang terpenting sebenarnya adalah tidak tersedianya lahan yang cukup luas untuk memproduksi kacang tanah. Tampaknya kacang tanah menjadi komoditas kontradiktif seperti halnya kedelai, yaitu: pasarnya terbuka dan harganya bagus, usahataniya menguntungkan, produksi nasional tidak mencukupi kebutuhan/permintaan dalam negeri, berpeluang besar meningkatkan kesejahteraan petani kecil lahan kering, tetapi petani tidak mampu memanfaatkan peluang ekonomi yang tersedia. Kesempatan ekonomi yang seharusnya dapat dimanfaatkan oleh petani kecil dan petani skala medium Indonesia, justru diambil oleh petani China, India, atau Australia.

Walaupun penelitian telah menghasilkan berbagai komponen teknologi produksi yang lebih produktif dan efisien, cara budidaya kacang tanah oleh petani secara praktis belum banyak berubah sejak awal kemerdekaan tahun 1950an. Varietas unggul lama dan varietas lokal masih mendominasi sebagian besar luas areal tanam. Gangguan penyakit bercak daun dan karat yang sangat menekan produktivitas kacang tanah, hampir belum dikendalikan oleh sebagian besar petani. Cara tanam dan pemeliharaan tanaman dilakukan secara manual seperti cara petani enam puluh tahun lalu. Belum ada loncatan teknologi budidaya kacang tanah yang dapat menaikkan produktivitas secara drastis, seperti pada tanaman sereal.

Meningkatkan produksi untuk memenuhi kebutuhan kacang tanah nasional memerlukan upaya yang sangat mendasar, yaitu menyediakan lahan yang sesuai dan membentuk serta menumbuhkan petani-petani kacang tanah. Peningkatan produksi tidak dapat diha-

rapkan hanya dari lahan yang sudah biasa ditanami kacang tanah, atau pada lahan-lahan yang telah ada, karena akan kalah bersaing dengan tanaman yang produktivitasnya tinggi dan memberikan keuntungan lebih tinggi, seperti jagung.

Upaya peningkatan produksi kacang tanah perlu menempuh strategi sebagai berikut.

1. Mengalokasikan dan menyediakan lahan baru (*new farmland designation*) untuk usahatani kacang tanah, mencapai 500.000–1.000.000 ha.
2. Menyiapkan lahan dengan teknik reklamasi yang tepat, termasuk pengapuran, penambahan hara fosfat, bahan organik, pembentukan lapisan olah yang dalam (30–50 cm), gembur, dan pH yang sesuai (5,0–6,5).
3. Menyiapkan petani kacang tanah yang mampu mengelola skala usaha 5–10 ha per petani, membekali dengan penguasaan teknologi produksi dan mekanisasi terpilih (*selected use of farm-machineries*).
4. Memprogramkan perluasan areal tanam pada lahan baru yang telah direklamasi secara bertahap hingga mencapai satu juta ha dalam waktu 20 tahun ke depan.
5. Menyiapkan sistem perbenihan kacang tanah secara mandiri bagi masing-masing petani. Setiap petani kacang tanah menyiapkan sendiri benih yang akan ditanam musim berikutnya, sebelum pelaku usaha perbenihan kacang tanah berfungsi.
6. Menyiapkan teknologi produksi secara mekanisasi terpilih agar seorang petani dapat melakukan usahatani kacang tanah minimal 5 ha. Pekerjaan yang dapat dilakukan secara mekanisasi meliputi penyiapan lahan, pembuatan bedengan, tanam, penyiangan, dan panen.
7. Mengatur tataniaga kacang tanah, membatasi impor dan mengenakan bea masuk impor, sehingga harga kacang tanah di petani tidak kurang dari Rp7.000 atau 75 sen dolar Amerika/kg biji kering (tahun 2010).
8. Memberikan bimbingan teknologi dengan kegiatan penyuluhan, demo plot dan pelatihan petani pelaku usahatani kacang tanah.
9. Menumbuhkan usaha perbenihan kacang tanah di sentra produksi untuk dapat menyediakan benih bermutu sesuai prinsip enam tepat.
10. Menetapkan dan membimbing penerapan standar mutu produk dan menghindari kontaminasi aflatoksin (Kasno 2009).

Strategi tersebut tidak mudah dilakukan oleh petani konvensional yang tidak mempunyai lahan dan modal, serta belum menguasai teknologi dan manajemen usaha. Oleh karena itu perlu ada program dari Pemerintah, berupa penyiapan lahan yang sesuai, alokasi lahan kepada calon petani kacang tanah dengan jalan kredit jangka panjang (20 tahun), dan penyediaan kredit usaha. Contoh kongkret dari sistem produksi kelapa sawit, bahwa produksi yang meningkat drastis dan melimpah hanya dapat diperoleh dari penanaman sawit pada areal luas atau melalui perluasan areal tanam, disertai dengan fasilitasi modal kerja dan modal usaha, perlu dicontoh pada upaya peningkatan produksi kacang tanah.

ASAL DAN SEJARAH KACANG TANAH

Kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) berasal dari benua Amerika, diperkirakan dari lereng pegunungan Andes, di negara-negara Bolivia, Peru dan Brizilia sekarang. Tanaman ini sudah diusahakan oleh bangsa Indian Inca dan Indian Maya di Amerika Selatan sejak 1500 sebelum Masehi (Hammons 1982). Di benua Asia, kacang tanah mula-mula ditanam di India dan China, diperkirakan sejak abad VI. Tanaman kacang tanah mulai ditanam di

Indonesia diperkirakan sejak akhir abad XV. Rumpfius, seorang penjelajah Belanda, telah menemukan kacang tanah di Maluku pada tahun 1640. Tanaman ini tidak memiliki nama asli, sehingga namanya lebih menunjukkan diskripsi tanamannya, memberi petunjuk bahwa tanaman ini memang bukan tanaman asli Indonesia. Perhatikan nama tanaman ini di Indonesia: (1) kacang tanah = kacang yang berada dalam tanah; (2) kacang Cina = kacang yang berasal dari Cina; (3) kacang brudul (Jawa) = kacang yang cara panennya dicabut dan polongnya menggantung; atau (4) kacang brol (Jawa) = kacang yang cara panennya dicabut dan polong berada di dalam tanah. Dalam bahasa Sunda kacang tanah disebut “suuk”, tetapi sering juga disebut kacang suuk.

Tabel 2. Spesies yang termasuk genus *Arachis*, yang merupakan jenis liar kacang tanah.

Spesies	Banyaknya kromosom	Keterangan
<i>Arachis hypogaea</i>	$2n = 4x = 40$	Kacang tanah biasa
<i>A. glabrata</i>	$2n = 4x = 40$	Jenis liar
<i>A. diogoi</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. marginata</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. prostrata</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. villosulicarpa</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. vilosa</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. monticola</i>	$2n = 4x = 40$	Jenis liar
<i>A. duranensis</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. repens</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. batizocoi</i>	$2n = 20$	Jenis liar
<i>A. spegazzimi</i>	$2n = 20$	Jenis liar

Sumber: Smartt dan Stalker 1982.

Tampaknya hanya tanaman ini yang tidak memiliki nama diri asli, yang terdiri dari satu kata, seperti halnya; padi, jagung, kedelai. Bahkan di Malaysia kacang tanah disebut juga sebagai kacang-Jawa. Nama dalam bahasa Inggris juga memberi petunjuk bahwa tanaman ini merupakan tanaman baru di benua Eropa atau Amerika Utara. Perhatikan *groundnut* = biji dalam tanah; *peanut* = biji kacang kapri. Memang kacang tanah dimasukkan ke Eropa baru pada abad XVI, yang kemudian menyebar ke Afrika dan juga ke Amerika Utara dibawa oleh para koloni. Di daerah asalnya, kacang tanah diberi nama “Juchic” (Inca), “Cavahuatē” (Maya), “Manduwi” (Andes). Orang Portugis menyebutnya “Amendoim”, orang Spanyol menyebutnya “mani”. Orang Philippina, yang merupakan bekas jajahan Spanyol, menamakan kacang tanah “mani” atau “batung China” (Shorter dan Patanothai 1989).

Tanaman kacang tanah memiliki banyak sekali kerabat jenis liar, yang merupakan anggota genus *Arachis*. Kacang tanah yang biasa dibudidayakan sekarang kemungkinan berasal dari jenis liar yang mengalami ploidisasi, terbukti bahwa banyaknya kromosom mencapai 20 pasang, sedang jenis liarnya hanya memiliki 10 pasang. Genus *Arachis* memiliki 26 spesies, yang merupakan jenis liar kacang tanah (Tabel 2). Dalam satu spesies *hypogaea* atau kacang tanah yang dibudidayakan, terdapat tiga tipe, yaitu tipe Spanish, tipe Valensia dan tipe Virginia. Perbedaan antara tipe Spanish (yang banyak ditanam di Indonesia) dengan tipe Virginia (yang banyak ditanam di Amerika) adalah sebagai berikut (Tabel 3).

Tabel 3. Perbedaan morfologi kacang tanah tipe Spanish dengan tipe Virginia.

Bagian tanaman	Tipe Virginia (<i>Arachis hypogaea sub. hypogaea</i>)	Tipe Valensia dan Spanish (<i>A. hypogaea sub spesies fastigiata</i>)
Tipe tumbuh batang	menjalar, rebah	tegak
Cabang utama	tumbuh dari ruas berseling	dari ruas berurutan
Warna daun	hijau tua	hijau muda
Pembungaan	pada ruas cabang	pada batang utama dan cabang
Letak polong	pada ruas cabang	pada pangkal batang
Banyaknya biji/polong	dua biji	2–4 biji
Ukuran biji	besar, 12 mm	kecil, 3–7 mm
Warna biji	merah muda, coklat	putih, merah, ungu
Dormansi biji	dorman ± 2 bulan	tidak dorman
Umur panen	150–170 hari	80–100 hari
Daya hasil	hingga 4,5 t/ha	hingga 3 t/ha
Adaptasi	daerah subtropis	daerah tropis

STATUS PRODUKSI KACANG TANAH

Tanaman kacang tanah telah menyebar ke seluruh dunia, dengan total luas panen sekitar 19 juta hektar dan produksinya sekitar 20 juta ton biji kering per tahun. Negara penanam kacang tanah mencakup wilayah sebagian besar dunia, yang beriklim tropis dan subtropis dari 35° Lintang Utara hingga 35° Lintang Selatan. Negara produsen utama kacang tanah justru terdapat di negara-negara yang sebenarnya bukan merupakan tempat asal kacang tanah. Areal panen terluas (55,6%) terdapat di Asia, selanjutnya Afrika 29%, Amerika Serikat dan Amerika Selatan 15%, Eropa 0,1%, Australia dan Oseania 0,2% (Tabel 4). Negara penanam kacang tanah terluas adalah India dan China.

Produktivitas kacang tanah sangat beragam, berkisar dari 0,5 t/ha hingga 3 t/ha polong kering. Produktivitas tertinggi diperoleh dari Amerika Serikat dan Australia, yang mencapai 3 t/ha polong kering. Produktivitas kacang tanah di negara-negara tropis, termasuk Indonesia, India, negara-negara di Afrika, pada umumnya hampir sama, antara 0,7 t hingga 1,3 t/ha polong kering. Perbedaan produktivitas ini tidak semata-mata disebabkan oleh teknologi budidaya, tetapi juga oleh faktor lain, termasuk sifat agroklimat, hama penyakit, varietas, umur panen, dan sistem usahatani (Tabel 5).

Dari petak penelitian, hasil 2,5 t hingga 3 t/ha polong kering di Indonesia secara teoritis dapat dicapai. Namun pada skala usaha yang cukup luas nampaknya tingkat produktivitas tersebut masih sukar dicapai.

Usahatani kacang tanah di Indonesia sebenarnya memberikan keuntungan yang cukup baik bila dibanding tanaman palawija lainnya (Tabel 6).

Tabel 4. Negara penghasil utama kacang tanah di dunia.

Negara	Luas panen (ha)	Produktivitas (t/ha)	Produksi (t/th)
China	4.700.000	3,6	16.800.000
India	4.770.000	1,0	4.695.000
Nigeria	2.420.000	1,3	3.071.000
USA	650.740	4,7	3.057.850
Myanmar	880.000	1,6	1.371.500
Indonesia	559.532	2,2	1.251.000
Tanzania	839.631	1,0	810.000
Argentina	307.166	2,2	685.722
Senegal	708.986	0,9	672.803
Kamerun	422.464	1,5	633.799
Total	33.048.674		16.258.519

Sumber: FAOSTAT (2012).

Tabel 5. Perbedaan produktivitas kacang tanah dan faktor penyebabnya di Indonesia dan Amerika Serikat.

Faktor	Indonesia	Amerika Serikat
Produktivitas (t/ha polong kering)	0,6–1,8	2,0–4,0
Cara tanam	kurang intensif, manual	intensif, mekanis
Lahan untuk tanam	sempit, menyebar, kesuburan sangat beragam	luas, lingkungan optimal kesuburan relatif seragam
Struktur tanah	ringan–berat	gembur, ringan
Cara tanam	sering tumpangsari	monokultur
Tipe varietas	Spanishh, biji kecil	Virginia, biji besar
Umur tanaman	80–100 hari	130–150 hari
Penyakit daun	endemik, berat	hampir tidak ada
Hama daun dan polong	banyak, merusak	sedikit, tidak merusak
Sistem usahatani	bukan tanaman utama, modal seadanya	tanaman utama, modal optimal
Skala usahatani	0,2–1,5 ha	100–500 ha
Tujuan pananaman	tambahan pendapatan	komersial
Pemasaran	harga tergantung pedagang	posisi tawar petani kuat

Tabel 6. Perbandingan pendapatan beberapa usahatani tanaman palawija.

Komoditas	Produksi (kg/ha)	Harga (Rp/kg)	Total pendapatan (Rp/ha)	Biaya (Rp/ha)	Pendapatan bersih (Rp/ha)	B/C ratio
Padi gogo	2.500	2.000	5.000.000	3.500.000	1.500.000	0,43
Jagung	6.000	1.500	9.000.000	4.000.000	5.000.000	1,25
Kacang tanah	1.300	6.000	7.800.000	3.500.000	4.300.000	1,23
Kacang hijau	900	5.000	4.500.000	2.800.000	1.700.000	0,61
Kedelai	1.200	5.000	6.000.000	4.000.000	2.000.000	0,50

Sumber: Manwan *et al.* (1990), perkiraan harga tahun 2010.

Keuntungan lain yang diperoleh dari usahatani kacang tanah ialah apabila daun tanaman tidak terserang penyakit, pada saat panen hijauan dapat mencapai 5,0 t/ha yang dapat dijual sebagai pakan ternak.

Risiko kegagalan panen kacang tanah pada umumnya relatif kecil dibandingkan tanaman kedelai. Polong dan biji yang berada di dalam tanah, tidak mudah terserang hama-penyakit sebanyak hama-penyakit pada kedelai. Tanaman kacang tanah juga lebih toleran terhadap kekeringan dibanding tanaman kedelai. Tanah yang relatif kurang subur, asal drainasenya baik dan berstruktur ringan dapat ditanami kacang tanah. Berdasarkan hal-hal tersebut sebenarnya kacang tanah sangat sesuai untuk diandalkan sebagai tanaman “peningkat pendapatan petani”. Pergeseran usahatani dari subsisten menjadi usahatani komersial dapat memberikan peluang untuk meningkatkan produktivitas kacang tanah guna mencapai keuntungan yang optimal. Di lahan sawah irigasi di Subang (Jawa Barat) yang mengikuti pola rotasi tanaman padi-padi-kacang tanah, keuntungan usahatani kacang tanah dapat mencapai Rp4,7 juta per ha, bila tanaman tumbuh optimal (Tabel 7). Pada lahan tegalan di Tuban (Jawa Timur), yang menggunakan pola rotasi tanaman ubi-kayu+jagung-kacang tanah pendapatan usahatani kacang tanah dapat mencapai Rp4,1 juta per ha (Tabel 8).

Tabel 7. Perhitungan biaya dan pendapatan usahatani kacang tanah di lahan sawah irigasi di Subang, Jawa Barat.

Komponen biaya	Satuan/ha	Biaya komponen dan pendapatan (Rp/ha)
Tenaga kerja (HOK)		
Persiapan lahan	30	1.000.000
Tanam + pemupukan	20	600.000
Penyiangan	20	600.000
Aplikasi pestisida	6	180.000
Panen dan perontokan polong	20	600.000
Sub total	96	2.980.000
Bahan		
Benih (kg/ha)	100	1.000.000
Pupuk (kg/ha)	150	225.000
Pestisida (kg/ha)	6	300.000
Sub total		1.525.000
Total biaya		4.505.000
Pendapatan Kotor		9.186.000
(Produksi 1531 kg/ha polong kering @ Rp6.000)		
Pendapatan Bersih (100 hari)		4.681.000
B/C ratio		1,04

Sumber: Arsjad *et al.* (1993) data harga tahun 2010.

Walaupun usahatani kacang tanah cukup menguntungkan, petani tidak selalu dapat memanfaatkan kesempatan usaha ini secara optimal, karena sering tidak mempunyai benih pada saat musim tanam. Kelipatan dari benih menjadi hasil panen kacang tanah termasuk kecil, antara 8 hingga 12 kali, walaupun potensinya mencapai 50 kali. Kebutuhan benih per ha cukup banyak antara 100 hingga 125 kg biji. Pada saat tanam harga

benih mahal, dan umumnya petani tidak menyimpan benih yang berasal dari tanaman musim sebelumnya, khawatir daya tumbuhnya telah menurun. Di sentra produksi kacang tanah, petani sering meminjam benih dari pedagang pengumpul kacang tanah. Sistem pengadaan benih yang baik sangat diperlukan untuk mendukung peningkatan produksi kacang tanah.

Tabel 8. Perhitungan biaya dan pendapatan usahatani kacang tanah di lahan tegalan tadah hujan Tuban, Jawa Timur.

Komponen biaya	Satuan/ha	Biaya komponen dan pendapatan (Rp/ha)
Tenaga kerja (HOK)		
Persiapan lahan	23	690.000
Tanam	15	450.000
Penyiangan (3 x)	30	900.000
Aplikasi pestisida	10	300.000
Panen dan perontokan	30	900.000
Sub total	108	3.240.000
Bahan		
Benih (kg/ha)	100	1.000.000
Urea (kg/ha)	50	75.000
TSP (kg/ha)	75	112.500
KCl (kg/ha)	50	100.000
Pupuk kandang (t/ha)	2	1.000.000
Pupuk mikro (cc)	250	100.000
Pestisida (liter)	2	400.000
Sub total		2.787.500
Total biaya		6.027.500
Pendapatan Kotor		10.140.000
(Produksi 1.690 kg polong kering @ Rp6.000)		
Pendapatan Bersih (100 hari)		4.112.500
B/C ratio		0,68

Sumber: Balittan Malang (1992), data harga 2010.

Petani skala usaha kecil dengan lahan sempit (maksimal 0,5 ha) biaya usahatani kacang tanah yang terbesar adalah pembelian benih, karena tenaga kerja dapat dilakukan oleh keluarga petani sendiri. Pupuk anorganik NPK tidak harus diberikan untuk tanaman kacang tanah pada lahan yang tanahnya cukup subur. Pestisida yang wajib dibeli adalah fungisida, seperti Topsin, guna mengendalikan penyakit daun utama yaitu karat dan bercak daun. Dengan demikian, biaya produksi kacang tanah dapat dihemat menjadi sekitar Rp500.000 yaitu untuk pembelian benih dan fungisida Topsin 3 kg. Apabila benih untuk tanam dapat disediakan sendiri dari hasil panen musim sebelumnya biaya produksi dalam bentuk uang tunai bagi petani kecil dapat dihemat menjadi hanya Rp150.000–200.000.

Apabila pengelolaan tanaman dilakukan secara intensif, dapat dihasilkan 700 kg biji/0,5 ha, yang bernilai Rp4.000.000. Harga jual yang cukup tinggi ini menunjukkan

tanaman kacang tanah dapat menjadi sumber pendapatan tunai yang sangat menjanjikan bagi petani kecil di lahan kering.

POLA TANAM DAN DAERAH PRODUKSI KACANG TANAH

Kacang tanah hanya merupakan komponen penyerta usahatani pada lahan sawah maupun pada lahan tegal, dan umumnya belum dipandang sebagai tanaman utama. Pada masing-masing jenis lahan, tanaman utamanya adalah tanaman penghasil makanan pokok berupa padi, padi gogo, jagung atau ubikayu. Belum ada wilayah yang secara khusus dialokasikan untuk budidaya kacang tanah secara komersial.

Pada lahan tegal, kacang tanah dapat ditanam pada awal musim hujan, atau pada akhir musim hujan (marengan). Di daerah yang periode hujannya mencapai delapan bulan atau lebih, kacang tanah ditanam sebagai tanaman musim ketiga. Rotasi tanaman yang umum dilakukan di lahan tegal adalah sebagai berikut.

1. (Jagung + ubikayu) – (kacang tanah + ubikayu) – kacang tunggak
2. (Padi gogo + ubikayu) – (kacang tanah + ubikayu) – kacang tunggak
3. (Kedelai + jagung) – kacang tanah
4. (Kacang tanah + ubikayu) – (kedelai + ubikayu)
5. Kedelai – jagung – kacang tanah

Untuk memanfaatkan sisa kelembaban tanah pada penghujung musim hujan, kacang tanah sebagai tanaman kedua sering ditanam secara sisipan sebelum tanaman pertama (jagung) dipanen. Tumpang sari jagung–kacang tanah dengan penyiangan gulma intensif dapat menghasilkan 2 t/ha polong kering kacang tanah dan 1,8 t/ha biji jagung (Poniman *et al.* 2006). Penelitian di lahan petani (*on farm research*) pada luasan 25 ha dengan teknologi maju dapat meningkatkan produksi kacang tanah di Tuban dari rata-rata petani 1,3 t/ha polong kering, menjadi 2,1 t/ha polong kering (Sumarno *et al.* 2000).

Di lahan sawah, kacang tanah ditanam mengikuti rotasi:

1. Padi – padi – kacang tanah,
2. Padi – kacang tanah – kedelai,
3. Padi – kedelai – kacang tanah.

Tabel 9. Daerah produksi kacang tanah utama di Indonesia.

Provinsi	Luas tanaman (ha/th)	Hasil rata-rata (t/ha)
Jawa Timur	170.395,6	1,24
Jawa Tengah	115.870,8	1,32
DI Yogyakarta	61.132,8	1,03
Jawa Barat	57.142,4	1,46
NTB	26.232,4	1,38
Sulawesi Selatan	25.110	1,32
NTT	19.190,6	1,18
Sumatera Utara	13.273,4	1,14
Banten	11.986,8	1,33
Kalimantan Selatan	11.943,4	1,19

Sumber: BPS 2009 s/d 2013. Rata-rata data tahun 2008 s/d 2012.

Di lahan sawah tadah hujan, rotasi kacang tanah–padi–kedelai, sering dilakukan. Daerah produsen kacang tanah terluas di Indonesia adalah Jawa Timur dan Jawa Tengah (Tabel 9). Apabila kacang tanah diposisikan sebagai tanaman utama dalam sistem usahatani, rotasi yang ideal pada lahan kering adalah jagung–kacang tanah dan di lahan sawah irigasi terbatas adalah padi–kacang tanah.

Indonesia masih mengimpor kacang tanah dalam jumlah yang besar, lebih dari 300.000 ton per tahun. Melihat bahwa kacang tanah merupakan tanaman penghasil uang tunai (*cash crop*) bagi petani kecil, sudah selayaknya kacang tanah dikembangkan di Indonesia, pada lahan kering yang petaninya miskin.

PENUTUP

Kacang tanah, bukan tanaman asli Indonesia, berasal dari Amerika dan masuk ke Indonesia melalui India dan China yang diperkirakan sejak abad V dan dibudidayakan di Indonesia diperkirakan pada abad XV. Pertambahan penduduk dan pesatnya perkembangan industri berbahan baku kacang tanah mendorong laju permintaan kacang tanah. Selama ini tidak tersedia lahan yang cukup luas yang secara khusus dialokasikan untuk pengembangan kacang tanah. Kacang tanah diusahakan oleh petani kecil dengan teknologi sederhana, tradisional, sehingga produktivitasnya rendah, dan hanya dianggap sebagai tanaman rotasi, bukan tanaman strategis. Peningkatan produksi kacang tanah memerlukan upaya strategis mengikuti perkembangan teknologi maju.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsjad, D.M., I.V. Sutarto, dan L. Sumarsono. 1993. Report on Groundnut On-Farm Research in Subang, West Java, Dry Season 1992. Review and Planning Meeting of collaborative research CRIFC and AGLOR. Bogor.
- Balittan Malang. 1992. Penelitian terapan di lahan petani untuk peningkatan produksi kacang tanah di Tuban. Seminar OFT Kacang Tanah. Tuban, 14-1-1992.
- Biro Pusat Statistik (BPS). 2004. Produksi Tanaman Padi dan Palawija di Indonesia, Jakarta.
- Dirjentan, Ditkabi. 2005. Kebijakan dan strategi pengembangan serta upaya-upaya pengembangan kacang tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada Pertemuan Kooordinasi Instansi Terkait dalam rangka UPSUS Pengembangan Kacang tanah Menuju Swasembada di Yogyakarta, 29 September 2005.
- FAOSTAT. 2012. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>. diakses tanggal 14 Oktober 2014.
- Hammons, R.O. 1982. Original and early history of the peanut. p.1–20. In H.E. Pattee and C.T. Young (Eds.) Peanut Sci. and Tech. Amer. Peanut Res. and Educ. Soc. Inc., Texas.
- Kasno, A. 2009. Pencegahan Infeksi *A. flavus* dan Kontaminasi Aflatoksin pada kacang tanah. IPTEK Tanaman Pangan 4(2): 194–201.
- Manwan, I., Sumarno, A. Sjarifuddin dan A.M. Fagi. 1990. Teknologi Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia, Puslitbangtan, Bogor.
- Patel, N.V. 1988. Distribution, area, production and trade. p.12–23. In P.S. Reddy (Ed). Groundnut. India Council of Agric. Res. New Delhi.
- Poniman, E.D. Murrinie, dan A. Ichwan. 2006. Hasil kacang tanah dan jagung dalam sistem tanam tumpangsari di lahan kering. hlm. 320–339. Dalam Suharsono, dkk.

- (Penyunting). Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Puslitbangtan, Bogor.
- Shorter, R., and A. Pattanothai. 1989. *Arachis hypogaea* L., pp. 44–49 in Westphol and P.C. Jansen (Eds.). Plant Resources of South East Asia. PUDOC-Wageningen. The Netherlands.
- Smartt, J. and H.T. Stalker. 1992. Specification and cytogenetics in *Arachis*. p.21–49. In H.E. Pattee and C.T. Young (Eds.) Peanut Sci. and Tech. Amer. Peanut Res. and Educ. Soc. Inc., Texas.
- Sumarno, M. Muchlish Adi, N Saleh, dan T. Adisarwanto. 2000. Identifikasi dan Keragaan Teknologi Adaptif Budidaya Kacang Tanah di Lahan Kering. Bul. Teknologi Pertanian, BPTP Jawa Timur, Malang.

MORFOLOGI DAN PERTUMBUHAN KACANG TANAH

Trustinah

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

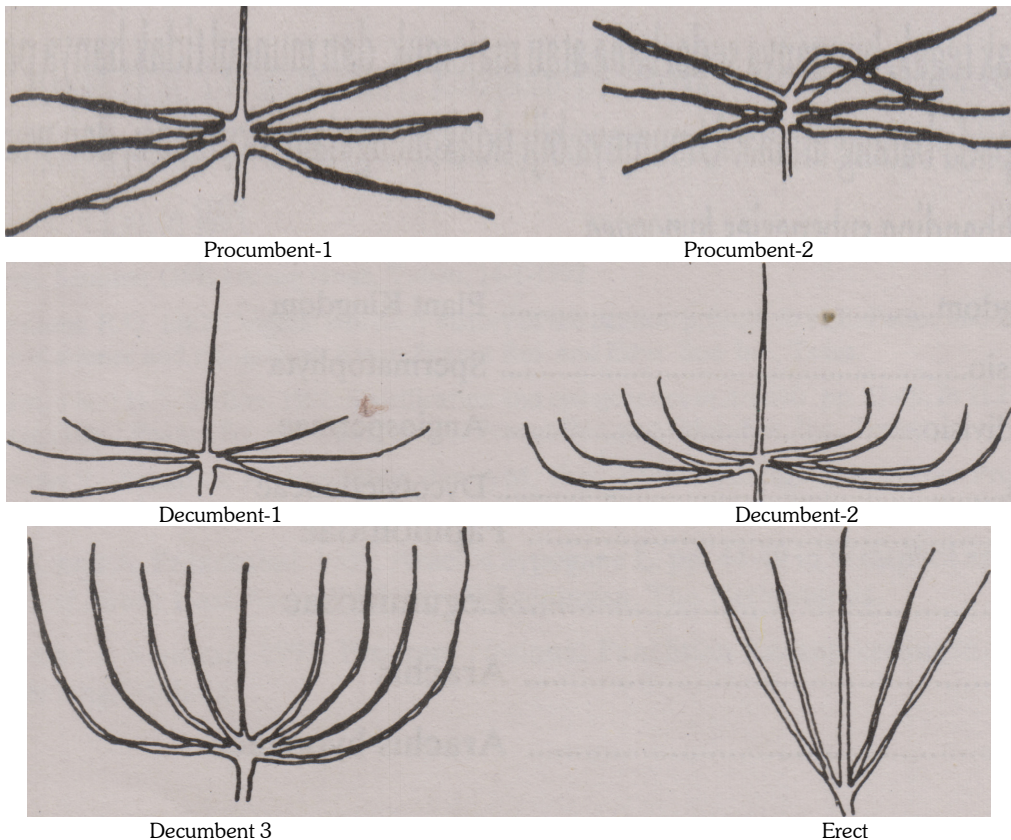
Kacang tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.) merupakan anggota famili *Papilionidae*, subfamili *Leguminosae*, genus *Arachis*. Genus *Arachis* merupakan tanaman herba, daunnya terdiri dari 3–4 helai, memiliki daun penumpu, bunga berbentuk kupu-kupu dengan tabung hipantium, dan buah atau polongnya tumbuh di dalam tanah. Sebelum tahun 1839, genus *Arachis* hanya dikelompokkan menjadi 1 spesies, kemudian pada tahun 1841 berkembang menjadi 5 spesies, 6 spesies, 9 spesies, dan terakhir dikelompokkan menjadi 22 spesies yang didasarkan pada struktur morfologi, kesesuaian silang, dan fertilitas dari turunannya, salah satunya adalah *Arachis hypogaea* Linn (Rao 1985). Spesies ini dibagi menjadi 2 subspecies, yaitu subspecies *hypogaea* yang terdiri dari varietas *hypogaea* dan varietas *hirsuta* dan subspecies *fastigiata* yang terdiri dari varietas *fastigiata* (tipe Valencia) dan varietas *vulgaris* (tipe Spanish) (Gibbons *et al.* 1972 dalam Rao 1988). Subspecies *hypogaea* memiliki percabangan menjalar (*procumbent*), menjalar dengan ujung mengarah ke atas (*decumbent*), atau tegak (*erect*). Cabang dan bunganya terbentuk secara berselang-seling pada cabang primer atau sekunder, pembungaannya sederhana dan biasanya bunga tidak muncul pada batang utama, 2 sampai 4 biji per polong dengan polong berparuh, biasanya biji memiliki masa dorman, dan daun berwarna hijau gelap. Pada subspecies *fastigiata* pertumbuhannya tegak sampai menjalar agak tegak, bunganya sederhana atau majemuk, dan muncul tidak hanya pada cabang tetapi juga pada batang utama. Umumnya biji tidak mengalami dormansi, dan warna daun lebih terang dibanding subspecies *hypogaea*.

MORFOLOGI TANAMAN

Tipe Pertumbuhan

Berdasarkan bentuk/letak cabang lateral, tipe pertumbuhan kacang tanah dapat dibedakan menjadi tipe menjalar yang meliputi *runner*, *trailing*, *procumbent*, dan *prostate*, dan tipe tegak yaitu *upright*, *erect bunch*, dan *bunch*. Tipe tegak mempunyai percabangan yang tumbuh agak melurus ke atas dan umurnya genjah, yaitu antara 100 sampai 120 hari. Sedangkan tipe menjalar mempunyai percabangan lebih panjang dan tumbuh ke samping, hanya bagian ujung yang mengarah ke atas. Umur tanaman tipe menjalar ini dapat mencapai enam bulan. Berdasarkan posisi cabang primer terhadap batang utama, tipe tumbuh kacang tanah dapat dibedakan menjadi enam tipe (Gambar 1), yaitu:

- 1) *Procumbent 1* (cabang menjalar).
- 2) *Procumbent 2* (cabang dan batang utama menjalar).
- 3) *Decumbent 1* (cabang menjalar dengan ujung sedikit ke atas).
- 4) *Decumbent 2* (cabang menjalar dengan pertengahan cabang menuju ke atas).
- 5) *Decumbent 3* (cabang lateral menuju ke atas).
- 6) *Erect* (cabang lateralnya tegak).



Gambar 1. Tipe pertumbuhan kacang tanah. Sumber: IBPGR/ICRISAT 1985.

Sistem Perakaran

Kacang tanah merupakan tanaman herba semusim dengan akar tunggang dan akar-akar lateral yang berkembang baik. Akar tunggang biasanya dapat masuk ke dalam tanah hingga kedalaman 50–55 cm, sistem perakarannya terpusat pada kedalaman 5–25 cm dengan radius 12–14 cm, tergantung tipe varietasnya. Sedangkan akar-akar lateral panjangnya sekitar 15–20 cm, dan terletak tegak lurus pada akar tunggangnya (Rao 1988).

Seluruh aksesi kacang tanah memiliki nodul (bintil) pada akarnya. Keragaman terlihat pada jumlah, ukuran bintil, dan sebarannya. Jumlah bintil beragam dari sedikit hingga banyak, dengan ukuran kecil hingga besar, dan terdistribusi pada akar utama atau akar lateral. Sebagian besar aksesi memiliki bintil akar dengan ukuran sedang dan menyebar pada akar lateral (Gambar 2).



Gambar 2. Jumlah dan sebaran nodul pada akar kacang tanah pada umur 35 HST (Trustinah).
S=sedikit, B=banyak, U=akar utama, L=akar lateral

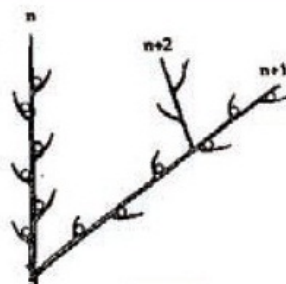
Batang

Terdapat empat pola percabangan pada kacang tanah, yaitu berseling (*alternate*), *sequensial*, tidak beraturan dengan bunga pada batang utama, dan tidak beraturan tanpa bunga pada batang utama (IBPGR 1985). Pola percabangan berseling (Gambar 3.1) dicirikan dengan cabang dan bunganya terbentuk secara berselang-seling pada cabang primer atau sekunder dan batang utamanya tidak mempunyai bunga, cabang lateral biasanya melebihi panjang batang utama, jumlah cabang dalam 1 tanaman berkisar antara 5–15 cabang, umur panennya panjang, berkisar antara 4–5 bulan (Purseglove 1977). Pola percabangan *sequensial* (Gambar 3.2) dicirikan dengan buku subur terdapat pada batang utama, cabang primer maupun pada cabang sekunder, tumbuhnya tegak, cabangnya sedikit (3–8 cabang) dan tumbuhnya sama tinggi dengan batang utama. Bunganya terbentuk pada batang utama dan ruas cabang yang berurutan (Gambar 3).

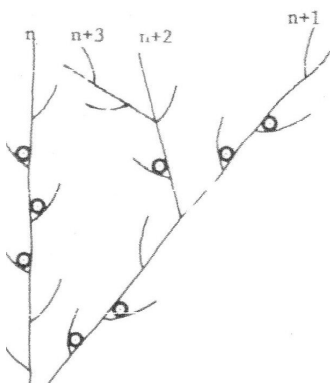
Berdasarkan adanya pigmentasi antosianin pada batang kacang tanah, warna batang dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu warna merah atau ungu, dan hijau. Batang utama ada yang memiliki sedikit bulu dan ada yang berbulu banyak.



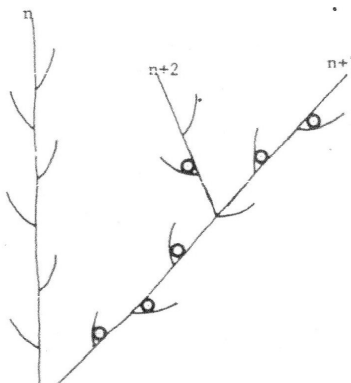
1. Alternate



2. Sequential



3. Tidak beraturan dengan bunga pada cabang utama



4. Tidak beraturan tanpa bunga pada cabang utama

Cabang reproduktif

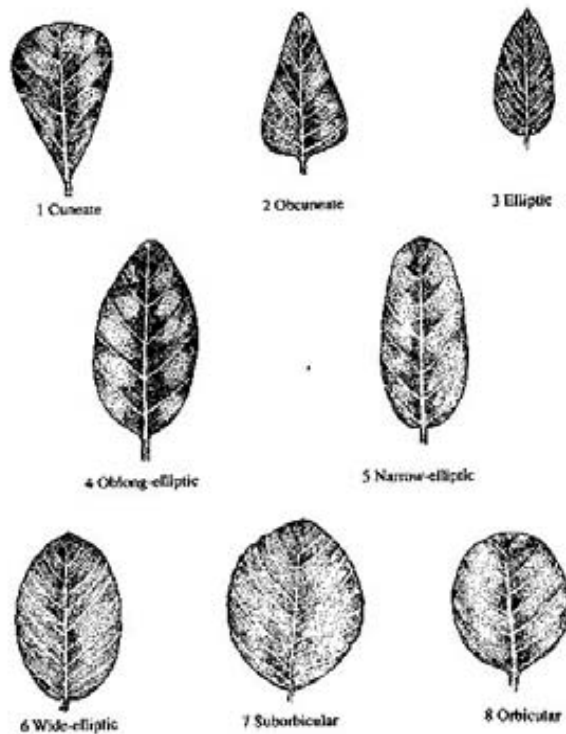
Gambar 3. Pola percabangan kacang tanah. (Sumber: IBPGR/ICRISAT 1985).

Daun

Kacang tanah memiliki empat helaian daun yang disebut *tetrafoliate* yang muncul pada batang dengan susunan melingkar pilotaksis $2/5$. Daun mempunyai beragam bentuk antara lain bulat, elips, sampai agak lancip (Gambar 4), dengan ukuran bervariasi ($2,4 \times 0,8$ cm sampai $8,6 \times 4,1$ cm) tergantung varietas dan letaknya. Warna daun hijau dan hijau tua. Daun-daun pada bagian atas biasanya lebih besar dibandingkan dengan yang di bawah. Daun yang terletak pada batang utama umumnya lebih besar dibandingkan dengan yang muncul pada cabang. Ukuran dan bentuk daun tercermin dari panjang daun, lebar daun, serta rasio panjang dan lebar daun. Perbandingan panjang dan lebar daun ini menentukan bentuk daun, di mana untuk tipe-tipe Spanish bentuk daun umumnya lebih mendekati bulat-oval, sedangkan pada tipe Valencia umumnya lebih lancip. Semakin besar nilai perbandingan menunjukkan semakin lancip (*lanceolate*) bentuk daunnya. Trustinah (2009) melaporkan, dari 148 aksesi plasma nutfah kacang tanah lokal yang hampir seluruhnya tipe Spanish, kisaran panjang daun $3,72$ – $5,95$ cm, lebar daun $1,91$ – $3,04$ cm, dan rasio panjang dan lebar daun $1,70$ – $2,32$. Sedangkan dari 73 aksesi kacang tanah introduksi yang terdiri dari tipe Spanish dan tipe Valencia, kisaran panjang daun $4,01$ – $6,17$ cm, lebar daun $1,86$ – $2,91$ cm, dan rasio panjang dan lebar daun $1,77$ – $2,67$ (Tabel 1).

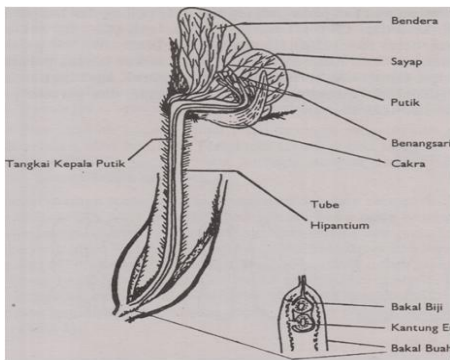
Daun kacang tanah memiliki daun penumpu (*stipula*) yang panjangnya $2,5$ – $3,5$ cm, dan tangkai daun (*petiola*) yang panjangnya 3 – 7 cm. Berdasarkan adanya bulu/rambut

daun, permukaan daun kacang tanah dibedakan menjadi: tidak berbulu, berbulu sedikit dan pendek, berbulu sedikit dan panjang, berbulu banyak dan pendek, serta berbulu banyak dan panjang.



Gambar 4. Bentuk daun kacang tanah (Sumber: Upadhyaya dan Gowda 2009).

Kacang tanah termasuk tanaman yang menyerbuk sendiri, yakni kepala putik diserbuki oleh tepung sari dari bunga yang sama dan penyerbukan terjadi beberapa saat sebelum bunga mekar (*kleistogam*). Oleh karena itu jarang terjadi penyerbukan silang. Bunganya tersusun dalam bentuk bulir yang muncul di ketiak daun, dan termasuk bunga sempurna, yaitu alat kelamin jantan dan betina terdapat dalam satu bunga. Bunga kacang tanah berbentuk seperti kupu-kupu, terdiri dari kelopak (*calyx*), tajuk atau mahkota bunga, benang sari (*antheridium*), dan kepala putik (*stigma*). Mahkota bunga berwarna kuning terdiri dari 5 helai yang bentuknya berlainan satu dengan yang lain. Helai yang paling besar disebut bendera, pada bagian kanan dan kirinya terdapat sayap yang sebelah bawah bersatu membentuk cakar, di dalamnya terdapat kepala putik yang berwarna hijau muda. Kelopak bunga kacang tanah berbentuk tabung sempit sejak dari pangkal bunga yang disebut hipantium dan panjangnya berkisar antara 2–7 cm. Bunga memiliki 10 benang sari, 2 di antaranya lebih pendek (Gambar 5).



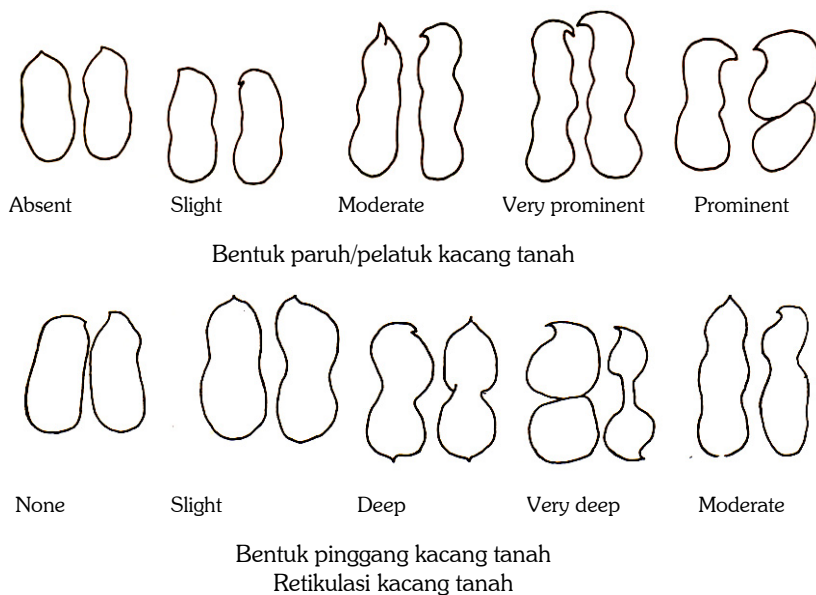
Gambar 5. Bunga kacang tanah.

Ginofor

Setelah terjadi persarian dan pembuahan, bakal buah akan tumbuh memanjang yang pertumbuhannya bersifat geotropik disebut ginofor. Ginofor terus tumbuh hingga masuk menembus tanah sedalam 2–7 cm, kemudian terbentuk rambut-rambut halus pada permukaan lentisel, di mana pertumbuhannya mengambil posisi horizontal. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai permukaan tanah dan masuk ke dalam tanah ditentukan oleh jarak dari permukaan tanah. Ginofor-ginofor yang letaknya lebih dari 15 cm dari permukaan tanah biasanya tidak dapat menembus tanah dan ujungnya mati. Varietas-varietas dengan pola percabangan berlanjut (*sequential*) biasanya banyak menghasilkan bunga dari buku-buku pada bagian bawah cabang, sehingga mempunyai ginofor lebih pendek dibandingkan varietas-varietas dengan pola percabangan berseling (*alternate*). Warna ginofor umumnya hijau, dan bila ada pigmen antosianin warnanya menjadi merah atau ungu, setelah masuk ke dalam tanah warnanya menjadi putih. Perubahan warna ini disebabkan ginofor mempunyai butir-butir klorofil yang dimanfaatkan untuk melakukan fotosintesis selama di atas permukaan tanah, dan setelah menembus tanah fungsinya akan bersifat seperti akar.

Polong

Polong kacang tanah bervariasi dalam ukuran, bentuk, paruh, dan kontriksinya. Berdasarkan ukuran polong, kacang tanah dibedakan ke dalam: (1) polong sangat kecil (panjang <1,5 cm, ukuran 35–50 g/100 polong), (2) polong kecil (panjang 1,6–2,0 cm, ukuran 51–65 g/100 polong), (3) polong sedang (panjang 2,1–2,5 cm, ukuran 66–105 g/100 polong), (4) polong besar (panjang 2,6–3,0 cm, ukuran 106–155 g/100 polong), dan (5) polong sangat besar (panjang >3,0 cm, ukuran >155 g/100 polong). Karakter kualitatif polong meliputi: pinggang polong/konstriksi (tanpa pinggang, agak berpinggang, berpinggang agak dalam, dan berpinggang sangat dalam), paruh/pelatuk polong (tanpa paruh, paruh sangat kecil, paruh menonjol, paruh sangat menonjol) dengan bentuk paruh (lurus dan lengkung), kulit polong/retikulasi (halus, agak kasar, kasar) (Gambar 6) (Rao dan Murty 1994).



Gambar 6. Karakteristik polong kacang tanah. IBPGR/ICRISAT 1985.

Jumlah biji per polong dituliskan dalam bentuk angka 2, 3 atau lebih dengan penamaannya angka pertama menunjukkan frekuensi terbanyak, disusul angka-angka berikutnya. Sebagai contoh jumlah biji/polong dengan kode 2-1-3 menunjukkan sebagian besar polong memiliki 2 biji, ada yang satu biji, dan sangat sedikit yang 3 biji. Jumlah biji per polong diklasifikasikan menjadi 7 kelompok: (1) 2-1, (2) 2-3-1 atau 2-1-3, (3) 3-2-1 atau 3-1-2, (4) 2-3-4-1 atau 2-4-3-1 atau 2-4-1-3 atau 2-1-3-4 atau 2-1-4-3, (5) 3-2-4-1 atau 3-2-1-4, (6) 3-4-2-1 atau 3-4-1-2, dan (7) 4-3-2-1 atau 4-2-3-1 (IBPGR/ICRISAT 1985; Upadhyaya dan Gowda 2009).

Biji

Biji kacang tanah beragam warna, bentuk, dan ukurannya (Gambar 7). Berdasarkan ukuran biji, kacang tanah dibedakan ke dalam: kacang tanah biji kecil (<40 g/100 biji), kacang tanah biji sedang (40–55 g/100 biji), dan kacang tanah biji besar (>55 g/100 biji) (Rao dan Murty 1994). Karakter kualitatif biji meliputi: kulit ari biji (putih, rose, merah, coklat), dan bentuk biji (bulat, lonjong, pipih) (Rao dan Murty 1994). Warna kulit ari biji ada yang satu warna atau lebih dari satu warna. Dengan menggunakan kode warna standar dari Royal Horticultural Society colour chart, warna utama biji kacang tanah dikelompokkan menjadi beragam kelas mulai warna putih (155B), agak putih (*off white*, 158A), coklat sangat pucat (*very pale tan*, 27C), coklat pucat (*pale tan*, 27A), coklat terang (*light tan*, 173D), coklat (*tan*, 174D), coklat gelap (*dark tan*, 172D), rose (181C), salmon (179D), merah terang (180D), merah (181A), merah gelap (178A), merah keunguan (187A), ungu cerah (59A), ungu gelap (79B), ungu sangat tua/kehitaman (201A) (Maggioni *et al* 2009). Sedangkan warna sekunder dapat berupa bintik (*blotched*), flek atau garis yang jelas atau kabur. Kombinasi warna pada kulit ari biji antara lain merah dengan putih, ungu dan putih, coklat cerah dan coklat gelap, coklat dan ungu.

Trustinah *et al.* (2006) melaporkan bahwa dari 148 aksesi varietas lokal kacang tanah yang sebagian besar dikoleksi dari Jawa, Bali, NTB, dan NTT, 94,6% diantaranya tergolong ke dalam tipe Spanish (2-1 atau 2-1-3 biji/polong), dan sisanya adalah tipe Valencia (3-2-4-1 atau 3-4-2-1 biji/polong). Dari jumlah tersebut 93,3% memiliki warna dasar kulit ari biji coklat muda, (2,4%) berwarna merah, dan sisanya berwarna coklat cerah (*light tan*) dan coklat kusam (*dark tan*). Polong kacang tanah varietas lokal sebagian besar berparuh, berpinggang dengan guratan polong yang agak kasar. Umur berbunga berkisar 27–31 hari dan umur panen 95–103 hari. Panjang polong 2,10–4,10 cm, diameter polong 1,05–1,60 cm, dan bobot 100 polong 70,5–159,90 g. Bobot 100 biji 25,6–56,0 g, panjang biji 1,10–1,64 cm, dan diameter biji 0,60–0,98 cm (Tabel 1). Dengan menggunakan kriteria Rao dan Murty (1994), sebanyak 40% aksesi memiliki ukuran polong yang besar dan 60% berukuran sedang. Sedangkan aksesi yang memiliki ukuran biji kecil dan sedang, proporsinya sama yakni 50%.



Gambar 7. Warna biji kacang tanah (kiri) dan ukuran biji (kanan) (Gambar: Trustinah).

Tabel 1. Karakter kuantitatif daun, polong, dan biji aksesi-aksesi kacang tanah koleksi Balitkabi.

Karakter	148 Aksesi lokal ¹⁾			73 Aksesi introduksi ²⁾		
	Kisaran	Rata-rata	KK (%)	Kisaran	Rata-rata	KK (%)
Panjang daun (cm)	3,72–5,95	4,92	7,11	4,01–6,17	5,0	10,6
Lebar daun (cm)	1,91–3,04	2,43	7,91	1,86–2,91	2,4	10,0
Rasio panjang/lebar daun	1,70–2,32	2,02	6,12	1,77–2,67	2,1	7,0
Bobot 100 polong (g)	70,50–159,90	103,11	17,46	25,7–128,8	109,1	25,4
Panjang polong (cm)	2,10–4,10	2,70	12,10	2,07–4,40	3,0	15,6
Diameter polong (cm)	1,05–1,60	1,29	7,36	1,03–1,80	1,4	11,1
Bobot 100 biji (g)	25,60–56,00	39,53	16,89	20,5–65,1	41,2	22,1
Panjang biji (cm)	1,10–1,64	1,36	7,62	1,12–2,22	1,5	11,0
Diameter biji (cm)	0,60–0,98	0,82	7,94	0,62–1,06	0,8	10,1

Sumber: ¹⁾ Trustinah *et al.* 2006; ²⁾ Kasno *et al.* 2006.

PERTUMBUHAN TANAMAN

Pertumbuhan tanaman merupakan suatu hasil dari metabolisme sel-sel hidup yang dapat diukur sebagai pertambahan bobot basah atau bobot kering, isi, panjang, atau tinggi. Pertumbuhan dapat dibedakan dari arah letak pertumbuhannya. Akar akan menuju ke bawah di dalam tanah, sedangkan pucuk tumbuh ke atas dari permukaan tanah. Baik sistem pucuk maupun sistem perakaran cenderung berada dalam keseimbangan. Pertumbuhan bagian atas yang semakin besar seperti bertambahnya indeks luas daun, dan bertambahnya kehilangan air karena transpirasi akan diimbangi dengan pertambahan sistem perakaran. Pertambahan besar sistem pucuk juga memerlukan jumlah hara yang lebih besar yang akan diabsorpsi sebanding dengan pertambahan sistem perakaran.

Penandaan fase tumbuh kacang tanah penting untuk menetapkan jadwal pengairan, penyiangan, pemanenan, dan lain-lain. Perlakuan tersebut bila tidak diberikan pada fase yang tepat akan memberikan respons yang berbeda dengan pemberian perlakuan yang sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman. Penandaan fase tumbuh kacang didasarkan pada tambahan jumlah buku pada batang utama yaitu buku-buku pada batang utama yang mempunyai daun yang telah berkembang penuh dan perkembangan bunga hingga menjadi polong masak. Karakter/sifat itulah yang digunakan oleh Fehr dan Caviness (1977), Boote *et al* (1982), dan Trustinah *et al* (1987b) untuk menghitung fase tumbuh kedelai dan kacang tanah (Tabel 2).

Tabel 2. Penandaan fase tumbuh kacang tanah.

Sandi	Umur (HST)	Stadia tumbuh	Keterangan
VE	4–6	Kecambah	Kotiledon baru muncul di atas tanah
VK	7–9	Kotiledon terbuka	Kotiledon terbuka
VI		Buku kesatu	Daun bertangkai empat pada buku pertama telah berkembang penuh
V2		Buku kedua	Seperti di atas pada buku kedua
V3		Buku ketiga	Seperti di atas pada buku ketiga
Vn		Buku ke-n	Seperti di atas pada buku ke-n
R1	27–32	Mulai berbunga	Terdapat satu bunga mekar pada ketiak daun
R2	32–36	Pembentukan ginofor	Mulai terlihat ginofor
R3	40–45	Pembentukan polong	Ujung ginofor mulai membengkak
R4	44–52	Polong penuh	Polong mencapai ukuran maksimum untuk pengisian biji
R5	52–57	Pembentukan biji	Polong berkembang penuh dan bila disayat melintang akan terlihat pertumbuhan kotiledon biji
R6	60–68	Biji penuh	Polong telah terisi biji dalam keadaan segar
R7	68–75	Biji mulai masak	Satu polong telah memperlihatkan bintik-bintik hitam di bagian dalam kulit polong/pericarp
R8	85–100	Masak panen	Beberapa polong telah memperlihatkan bintik-bintik hitam di bagian dalam kulit polong (pericarp)

Fase Vegetatif

Fase vegetatif pada tanaman kacang tanah dimulai sejak perkecambahan hingga awal pembungaan, yang berkisar antara 26 hingga 31 hari setelah tanam, dan selebihnya adalah fase reproduktif. Fase vegetatif tersebut dibagi menjadi 3 stadia, yaitu perkecambahan, pembukaan kotiledon, dan perkembangan daun bertangkai empat (*tetrafoliata*). Proses perkecambahan hingga munculnya kotiledon ke permukaan tanah (stadia VE) berlangsung selama 4–6 hari, keesokan harinya kotiledon tersebut telah terbuka (stadia VK) (Trustinah *et al.* 1987b). Laju pemunculan kotiledon ke permukaan tanah dipengaruhi oleh kedalaman penanaman, suhu tanah, dan keadaan air tanah. Suhu optimum untuk perkecambahan kacang tanah adalah 25–39 °C. Setelah pemunculan dan terbukanya kotiledon, batang akan memanjang dan tunas pucuk akan berkembang diikuti oleh perkembangan dua tunas (lateral). Daun kacang tanah muncul dari buku pada batang utama ataupun cabang. Pengamatan pertumbuhan vegetatif didasarkan pada perkembangan buku, karena buku pada tanaman bersifat permanen, sehingga meskipun daunnya telah gugur namun buku-buku tersebut dapat dilihat dengan adanya daun penumpu, bekas tangkai daun atau adanya cabang yang terbentuk pada ketiak daun. Perkembangan buku dihitung ketika daun bertangkai empat pada batang utama telah berkembang penuh.

Beberapa faktor yang mempengaruhi perkecambahan, diantaranya cekaman kekeringan, kemasaman atau salinitas lahan (Gambar 8, 9, 10). Cekaman kekeringan dengan menggunakan larutan Polyethylene glycol (PEG) 6000 pada tekanan osmotik $-0,3$ MPa berpengaruh nyata terhadap seluruh karakter kecambah, diantaranya biji yang berkecambah dan menghasilkan kecambah normal lebih sedikit diikuti oleh terhambatnya pertumbuhan karakter akar, seperti panjang akar, jumlah akar dan bobot kering akar (Kasno dan Trustinah 2009). Pada cekaman kemasaman dengan menggunakan larutan pH 4 dengan konsentrasi Al 60 ppm, pertumbuhan kecambah mulai terhambat yang ditunjukkan dengan akar menjadi lebih pendek, jumlah akar berkurang, epikotil lebih pendek, dan jumlah daun yang lebih sedikit (Trustinah *et al.* 2009). Peningkatan salinitas berpengaruh terhadap penurunan persentase perkecambahan, pemunculan kotiledon ke permukaan tanah dan perpanjangan akar pada stadia perkecambahan (Mensah *et al.* 2006; Singh *et al.* 2007).



Gambar 8. Perkecambahan kacang tanah pada kondisi normal dan tercekam kekeringan. (Gambar: Trustinah).



Gambar 9. Perkecambahan kacang tanah pada kondisi normal (P0) dan tercekam kemasaman (pH 4, Al 60 ppm) (P1). (Gambar: Trustinah).



Gambar 10. Perkecambahan kacang tanah pada berbagai cekaman salinitas, kondisi normal (L0) dan tercekam salinitas (L1–L5) (Gambar: A. Taufiq).

FASE REPRODUKTIF

Penandaan fase reproduktif didasarkan atas adanya bunga, buah, dan biji. Boote (1982) membagi fase reproduktif kacang tanah menjadi 9 stadia, yang diikuti oleh Trustinah (1987b) dengan menggunakan varietas Gajah, Kidang, Rusa, dan Galur AH-9. Sembilan stadia tersebut adalah: mulai berbunga (R1), pembentukan ginofor (R2), pembentukan polong (R3), polong penuh/maksimum (R4), pembentukan biji (R5), biji penuh (R6), biji mulai masak (R7), masak panen (R8), dan polong lewat masak (R9) (Gambar 11).

Stadia Pembungaan (R1)

Jumlah bunga yang dihasilkan dipengaruhi oleh varietas, suhu udara, dan kelembaban udara. Dari seluruh bunga yang dihasilkan tidak semuanya akan menjadi polong tua, hanya sekitar 10–40% dari bunga yang dihasilkan yang akan menjadi polong. Polong yang terbentuk terutama berasal dari polong yang berkembang dari bunga yang muncul pada periode awal dan letaknya tidak terlalu tinggi, sehingga memiliki periode pengisian polong yang lebih panjang dan mempunyai daya saing yang lebih besar dibandingkan polong-polong berikutnya. Efisiensi pembungaan varietas Gajah, Kidang, Rusa, dan galur AH-9 berkisar antara 11,3–17,1% (Trustinah *et al.* 1987b). Jumlah tersebut dicapai pada pembungaan hari ke-9 sampai hari ke-15 setelah pembungaan pertama, sedangkan pada varietas Takar 1, Takar 2, Singa, Jerapah, dan Talam 1 jumlah tersebut dicapai pada pembungaan hari ke-10 setelah pembungaan pertama. Karena itu, antara hari ke-27 hingga hari ke-42 merupakan periode efektif untuk melakukan persilangan. Caliskan *et al.* (2008) mendapatkan efisiensi bunga menjadi ginofor sebesar 17–42% pada delapan varietas

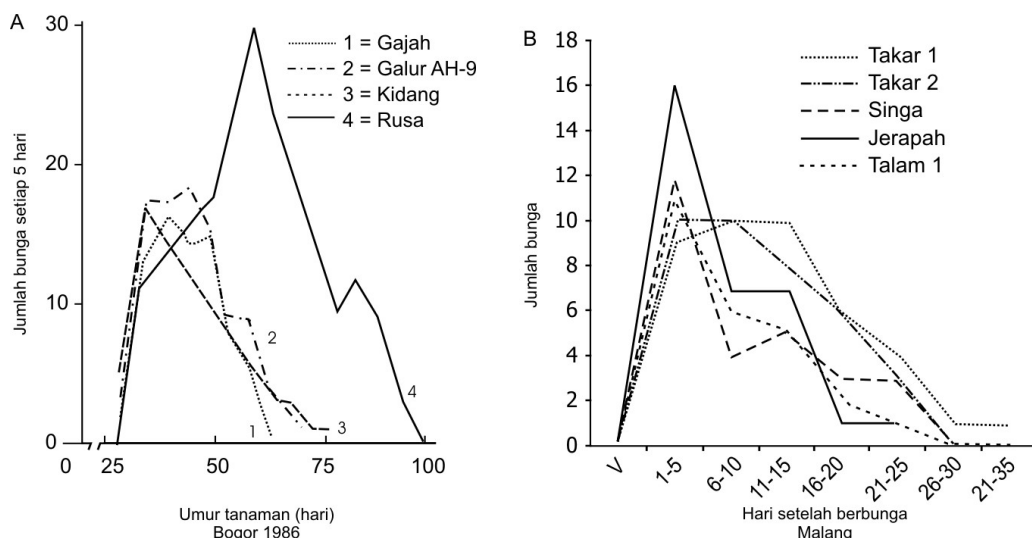
kacang tanah. Jumlah bunga yang dihasilkan berkorelasi negatif dengan persentase bunga yang menjadi ginofor dan polong, sedangkan jumlah bunga yang menjadi ginofor dan polong berkorelasi positif dengan hasil polong.

Pembungaan merupakan periode yang kritis terhadap suhu udara dan kelembaban udara. Cekaman suhu tinggi pada periode pembungaan menyebabkan penurunan jumlah bunga, ginofor, dan polong lebih tinggi dibandingkan cekaman 1–6 hari sebelum berbunga (Craufurd *et al.* 2003). Kekurangan air pada periode pembungaan tidak menyebabkan tertundanya awal pembungaan, namun laju produksi bunga akan menurun dan jumlah bunga yang dihasilkan tidak dipengaruhi meningkatnya periode berbunga. Stadia pembungaan lebih sensitif terhadap cekaman suhu tinggi dibandingkan stadia sebelum berbunga.

Pembungaan pada kacang tanah dimulai sekitar hari ke-27 sampai ke-32 yang ditandai dengan munculnya bunga pertama (stadia R1). Jumlah bunga yang dihasilkan setiap harinya akan meningkat sampai maksimum dan menurun mendekati nol selama pengisian polong (Trustinah *et al.* 1987b). Produksi bunga varietas Gajah, Kidang, Rusa, dan Galur AH-9 pada awal pembungaan meningkat dengan lambat selama 4–9 hari, kemudian meningkat cepat pada 2–3 minggu setelah pembungaan pertama, dan mencapai laju maksimum pada umur 55 hari, setelah itu produksi bunga mulai menurun (Gambar 12a). Pola yang hampir sama juga terlihat pada kacang tanah varietas Takar 1, Takar 2, Singa, Jerapah, dan Talam 1 (Gambar 12)b. Dari 8 varietas kacang tanah yang diidentifikasi pertumbuhannya, Caliskan *et al.* (2008) mendapatkan umur berbunga 8 varietas kacang tanah (PI 269084, PI 355276, 75/1073, Edirne, NC 9, Osmaniye 2005, Com, dan NC 7) antara 39–46 hari, jumlah bunga meningkat perlahan hingga umur 92 hari dan menurun setelah itu.



Gambar 11. Stadia reproduktif kacang tanah (Gambar: Trustinah).



Gambar 12. Jumlah bunga yang dihasilkan beberapa varietas kacang tanah.

Stadia Pertumbuhan Ginofor (R2)

Ginofor (tangkai kepala putik) muncul pada hari ke-4 atau ke-5 setelah bunga mekar, kemudian akan memanjang, menuju dan menembus tanah untuk memulai pembentukan polong. Ginofor yang jaraknya cukup jauh dari permukaan tanah (≥ 15 cm) umumnya tidak bisa mencapai tanah dan ujungnya akan mengering dan mati. Pada stadia ini kelembaban tanah sangat diperlukan, terutama untuk membantu ginofor masuk ke dalam tanah, yaitu pada hari ke-32 hingga hari ke-36 setelah tanam. Ginofor-ginofor tersebut aktif mengisap kalium dan kalsium dari media sekitar polong, sehingga ketersediaan unsur-unsur tersebut pada stadia ini sangat diperlukan. Perpanjangan ginofor tergantung tekanan turgor, dan tertunda karena cekaman kekeringan. Ginofor gagal untuk menembus tanah yang kering, terutama pada lapisan tanah keras, sehingga ginofor tertahan selama empat hari untuk penetrasi polong. Setelah ginofor berada di dalam tanah, perlu kelembaban dan kegelapan yang memadai untuk pengembangan polong.

Kelembaban tanah merupakan faktor kritis untuk pengembangan ginofor pada pembentukan polong, dan air tanah yang memadai di zona akar tidak dapat mengkompensasi kekurangan air pada zona polong untuk 30 hari pertama pengembangan polong. Pertumbuhan awal ginofor tertunda selama tercekam kekeringan dan mulai kembali setelah bebas dari cekaman kekeringan. Tanggapan pengembangan ginofor dan biji pada varietas kacang tanah secara substansial beragam, dan menyebabkan penurunan besar hasil polong dengan persentase bervariasi antarvarietas kacang tanah (Nageswara Rao *et al.* 1989; Jain *et al.* 2001).

Dari seluruh bunga yang dihasilkan hanya 55% yang menjadi ginofor, dan ginofor-ginofor yang dihasilkan setelah pembungaan maksimum sampai akhir pembungaan tidak mempengaruhi hasil. Menurut Smith (1949) dalam Ketring *et al.* (1982), lebih dari 93% bakal buah mengalami fertilisasi, tetapi sekitar 12% dari embrio telah gugur selama dua minggu pertama, di mana ovul yang terletak di bagian ujung polong sering mengalami kegagalan dalam perkembangannya. Persentase bunga yang menjadi ginofor pada varietas Gajah, Kidang, Rusa, dan Galur AH-9 berkisar antara 54–78% (Trustinah *et al.* 1987a),

sedangkan pada varietas Takar 1, Takar 2, Singa, Jerapah, dan Talam 1 antara 34–56%. Untuk menghindari gugurnya embrio dan memberi kesempatan kepada ginofor yang terbentuk pada periode awal pembungaan untuk berkembang menjadi polong tua, maka penyiangan gulma dapat dilakukan sebelum tanaman berumur 25 hari, yaitu sebelum pembungaan dimulai.

Pertumbuhan Polong dan Biji (Stadia R3–R6)

Pembentukan polong (stadia R3) dimulai ketika ujung ginofor mulai membengkak, yaitu pada hari ke-40 hingga hari ke-45 setelah tanam, atau sekitar satu minggu setelah ginofor masuk ke dalam tanah. Ujung ginofor tersebut akan membesar sampai mencapai ukuran maksimum untuk pengisian polong (polong penuh). Polong penuh (stadia R4) dicapai pada hari ke-44 sampai hari ke-52 setelah tanam, yaitu sekitar satu minggu setelah pembengkakan ginofor atau 2 minggu setelah ginofor menembus tanah. Pada keadaan ini polong masih berwarna putih, dan guratan pada kulit polong bagian luar belum tampak.

Pembentukan polong merupakan suatu periode yang sangat peka terhadap kekurangan air, karena pada periode tersebut pertumbuhan polong mempunyai laju akumulasi bahan kering yang maksimum (Boote, 1983). Kekurangan air pada fase pembentukan polong akan mengurangi pembungaan, pembentukan polong, dan penurunan hasil akhir lebih banyak dibandingkan kekurangan air pada stadia lain (Songsri *et al.* 2008). Tanaman kacang tanah yang mengalami cekaman air selama pembentukan dan pengembangan polong namun kemudian mengalami kecukupan air, mengakibatkan penurunan hasil panen yang nyata, dan besarnya penurunan hasil tergantung pada varietas kacang tanah (Reddy *et al.* 2003).

Pembentukan biji (stadia R5) dimulai setelah polong mencapai ukuran maksimum, yaitu antara hari ke-52 hingga hari ke-57 setelah tanam, atau sekitar tiga minggu setelah ginofor menembus tanah. Pada stadia ini kotiledon akan terlihat apabila polong disayat melintang ataupun horizontal, dan warna kulit ari sudah dapat dibedakan untuk varietas-varietas tertentu sesuai dengan warna kulit bijinya. Pengisian polong dimulai dari pangkal ke ujung, dan berlangsung sampai bagian dalam polong telah terisi biji (biji penuh). Biji penuh (stadia R6) dicapai antara hari ke-60 hingga hari ke-68 setelah tanam, atau sekitar 4–5 minggu setelah ginofor menembus tanah. Pada stadia pembentukan biji dan biji penuh (R5 dan R6), polong telah memperlihatkan perubahan warna kulit bagian luar dari putih menjadi kuning kecoklatan. Begitu pula guratan pada kulit polong bagian luar sudah jelas dan permukaannya sudah kasar. Dilaporkan oleh Schenk (1961) dalam Ketring *et al.* (1982) bahwa perkembangan yang paling aktif dari polong terjadi dalam minggu kedua dan ketiga setelah ginofor menembus tanah. Pada minggu kelima setelah menembus tanah, aktivitas sintesis lemak dan protein mulai meningkat, sedangkan kadar air dan zat pati masih tinggi (Boote, 1982). Kekurangan air selama periode pengisian polong akan mengurangi laju pertumbuhan biji, dan bila keadaan tersebut berlangsung lebih panjang, maka hasil dapat menurun secara drastis dikarenakan meningkatnya jumlah biji yang keriput dan gugur. Selain itu dapat menghambat perpanjangan ginofor, pembesaran polong, pengisian polong, dan menyebabkan sukrosa terakumulasi pada bagian buah yang belum matang (Pallas *et al.* 1979).

Kemasakan Polong (R7–R9)

Tahap selanjutnya setelah proses pembentukan biji adalah proses pematangan biji (R7–R9). Beberapa cara telah dilakukan untuk menentukan tingkat kematangan polong

kacang tanah. Pattee *et al.* (1974) dalam Sanders *et al.* (1982), membagi tingkat kematangan polong kacang tanah varietas Florunner menjadi 13 tingkat, yaitu mulai pembengkakan ginofor sampai dengan polong tua. Kriteria yang digunakan didasarkan atas perubahan yang terjadi pada kulit polong bagian dalam, dan cara ini disebut sebagai Indeks Kematangan Polong (*Pod Maturity Index* atau PMI). Selanjutnya Thomas dan Drexler (1981) melakukan penelitian untuk menentukan tingkat kematangan polong kacang tanah dengan tidak merusak polong yang bersangkutan, yaitu dengan mengamati kulit polong bagian luar, yang meliputi: ukuran, tekstur, warna, dan guratan yang ada pada polong. Penelitian tersebut menggunakan varietas Florunner, dan membagi tingkat kematangan polong menjadi 7 tingkat, mulai dari pembengkakan ginofor sampai polong tua. Cara ini disebut sebagai *Pod Maturity Profile* atau PMP. Cara lain untuk menentukan tingkat kematangan polong adalah dengan mengukur perubahan bobot biji dan bobot kulit selama pematangan, yaitu dengan Indeks Masak Biji/Kulit atau *Seed/Hull Maturity Index* (SHMI) seperti yang digunakan oleh Pattee *et al.* (1982); dan Sanders *et al.* (1982), atau dengan melihat adanya perubahan warna di bagian dalam kulit polong seperti yang dilaporkan Boote (1982); Trustinah (2012), atau dengan mengamati secara visual tekstur, warna dan bentuk biji, yang dipadukan dengan warna kulit polong (Rucker *et al.* 1994). Dengan mengamati perubahan kulit polong bagian dalam, McNeill dan Sanders (1996) mendapatkan distribusi kemasakan yang bervariasi dari suatu kelompok waktu panen dari hitam-coklat-kuning yang menunjukkan beragamnya kematangan polong secara individu. Penggunaan persentase kulit polong coklat dan hitam dalam menentukan waktu panen yang optimal juga telah dilaporkan oleh Rowland *et al.* (2006) dan Trustinah (2012) dengan mengkombinasikan dua kelompok polong (kulit polong coklat dan hitam) untuk menentukan kemasakan relatif dalam menentukan saat panen. Indeks Kemasakan I (total persentase polong coklat dan hitam) merupakan indikator terbaik karena sangat berkorelasi positif dengan hasil. Hal yang sama juga dilaporkan Branch *et al.* (2010). Oleh karenanya penilaian dengan menggunakan persentase warna kulit polong lebih mudah dilakukan.

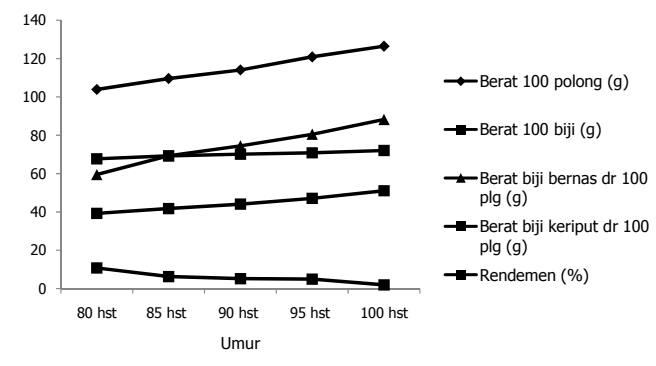
Proses pematangan biji kacang tanah varietas Gajah, Kidang, Rusa (stadia R7) dimulai antara hari ke-68 sampai hari ke-75 setelah tanam, atau sekitar 5–6 minggu setelah ginofor menembus tanah. Keadaan ini dicirikan dengan timbulnya bintik-bintik hitam di kulit polong bagian dalam, tetapi belum begitu jelas. Sedangkan warna polong sudah semakin gelap dan guratan pada polong sudah semakin nyata. Pematangan biji tersebut akan berlangsung terus, diiringi dengan perubahan morfologi di dalam maupun di luar kulit polong, serta perubahan bobot biji dan bintik-bintik hitam di kulit bagian dalam yang semakin banyak dan jelas. Biji masak (stadia R8) dicapai pada hari ke-85 setelah tanam, dan pada umur lebih lanjut (90, 95, dan 100 hari) akan didapatkan perubahan-perubahan seperti bobot biji yang makin meningkat, maupun bintik-bintik hitam yang semakin jelas di kulit bagian dalam (Trustinah *et al.* 1987a).

Pada saat panen umur 80 sampai 100 hari terdapat polong-polong yang secara morfologi hampir sama tingkat kematangannya, beberapa ginofor serta polong yang baru mencapai stadia awal pembentukan polong (stadia R2, R3, dan R8), sedangkan stadia polong penuh, awal pembentukan biji, dan biji penuh (stadia R4, R5, dan R6) hampir tidak ditemukan (Trustinah *et al.* 1987a). Hal tersebut disebabkan polong-polong yang terbentuk pada stadia awal akan menghalangi pertumbuhan polong-polong berikutnya. Waktu panen yang terbaik adalah bila 75% dari polong-polong yang ada telah memperlihatkan bintik-bintik hitam di bagian dalam kulit. Hal ini berdasarkan pertimbangan bahwa pada keadaan ini persentase polong masak sudah cukup tinggi, dan kehilangan

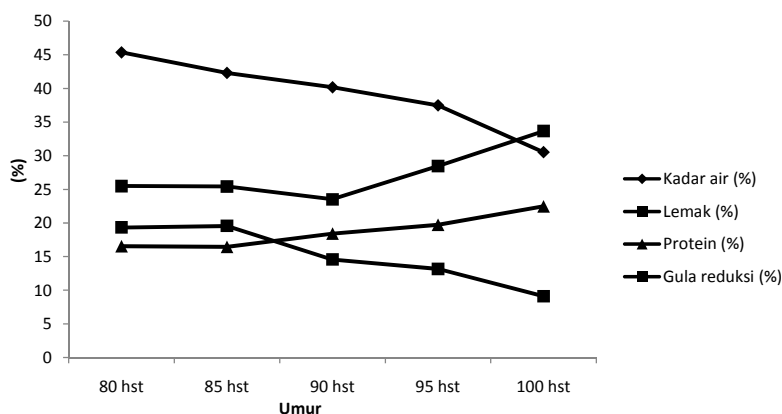
hasil mungkin akan lebih cepat dibandingkan perkembangan polong yang baru jika panen ditunda. Kehilangan hasil tersebut disebabkan oleh lemahnya ginofor sehingga beberapa polong akan tertinggal di dalam tanah bila panen ditunda lebih lama.

Pada kacang tanah varietas Kancil, Trustinah *et al.* (2004) melaporkan bobot polong, ukuran biji, bobot biji bernas, kandungan lemak, protein, dan persentase polong tua akan meningkat seiring dengan meningkatnya umur tanaman dari 80 hingga 100 hari. Sebaliknya kadar air dan gula reduksi berkurang sejalan dengan bertambahnya umur panen dari 80 hari hingga 100 hari (Gambar 13 dan 14).

Pada umur 80 hari, tanaman masih segar yang ditunjukkan dengan bobot brangkasan, kadar air biji (45%) dan gula reduksi (18,3%) yang masih tinggi. Pada umur tersebut, bobot polong, bobot biji, ukuran biji, kandungan lemak dan protein belum maksimal (Gambar 13 dan 14). Kulit polong berwarna coklat merupakan stadia transisi antara polong muda dan polong tua. Peningkatan secara linier persentase polong agak tua dan polong tua terjadi mulai umur 80 hari hingga 90 hari. Perubahan kombinasi persentase polong coklat dan hitam terlihat pada setiap umur panen (Gambar 15).



Gambar 13. Bobot 100 polong, 100 biji, biji bernas, biji keriput, dan rendemen kacang tanah pada berbagai umur panen (Trustinah *et al.* 2004).



Gambar 14. Kadar air, lemak, protein, dan gula reduksi kacang tanah pada berbagai umur panen (Trustinah *et al.* 2004).



Gambar 15. Karakteristik kulit polong kacang tanah pada proses penuaan/pemasakan polong (Gambar: Trustinah).

Persentase biji keriput pada umur 80 hari masing tinggi, yaitu 18%, dan pada umur tersebut guratan pada kulit polong bagian luar telah jelas, polong telah keras, ukuran polong sudah optimal, namun pengisian polong belum optimal. Sedangkan kulit polong bagian dalam belum masak benar yang dicirikan dengan proporsi kulit polong bagian dalam yang 35% masih berwarna putih, 57% agak kecoklatan, dan hanya 8% berbintik-bintik coklat (Tabel 3). Kondisi polong seperti ini dikategorikan sebagai stadia antara “masak sebagian (*partial immature*)” dan “masak”. Pada umur 80–85 hari kadar gula reduksi masih tinggi, sehingga bila polong direbus terasa lebih manis. Produk demikian banyak dijumpai pada kacang garing ataupun kacang rebus. Sedangkan untuk teknologi pengolahan seperti pada teknologi ekstraksi dan ekstrusi diperlukan bahan baku dengan kadar air sekitar 10–40% (Herper, 1981 dalam Santosa *et al.*, 1996) yang akan menentukan sifat elastisitas produk.

Tabel 3. Persentase empat warna kulit polong bagian dalam kacang tanah berdasarkan umur panen.

Umur panen (hst)	Putih (%)	Kuning kecoklatan (%)	Coklat (%)	Coklat kehitaman (%)
80	35	57	8	-
85	34	57	9	-
90	15	32	33	20
95	8	25	40	27
100	4	12	40	44

Sumber: Trustinah *et al.* 2004.

Hasil pengujian 8 varietas kacang tanah yang dilakukan Caliskan *et al* (2008) menunjukkan kandungan lemak meningkat selama perkembangan dan pemasakan biji (R7), sedangkan protein akan mencapai maksimum pada saat masak fisiologis (R8).

PENUTUP

Kacang tanah memiliki keragaman morfologi batang, daun, ginofor, polong, dan biji. Pengenalan terhadap morfologi tanaman akan mempermudah di dalam identifikasi terutama pada kegiatan karakterisasi dan mengelompokkannya berdasarkan persamaan ciri-ciri yang dimiliki. Pertumbuhan tanaman merupakan hasil dari berbagai proses fisiologi yang melibatkan faktor genotipe yang berinteraksi dalam tubuh tanaman dengan faktor lingkungan yang terlihat dari pertambahan ukuran, bentuk, dan jumlah. Fase vegetatif pada tanaman kacang tanah dimulai sejak perkecambahan hingga awal pembungaan, yang berkisar antara 26 hingga 31 hari setelah tanam, dan selebihnya adalah fase reproduktif yang didasarkan atas adanya bunga, buah, dan biji. Penandaan fase tumbuh kacang tanah penting untuk menetapkan jadwal pengairan, penyiangan, pemanenan, dan lain-lain. Perlakuan tersebut bila tidak diberikan pada fase yang tepat akan memberikan respons yang berbeda dengan pemberian perlakuan yang sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Boote, K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Sci.* 9:35–39.
- Boote, K.J., J.R. Stansell, AM. Schubert, and J.F. Stone. 1982. Irrigation, water uses, and water relations. pp. 164–205. *In* H.E. Pattee, and C.T. Young, (Eds.). *Peanut Sci., and Tech.* APRES, Inc. Texas, USA.
- Boote, K.J. 1983. Peanut. P. 255–286. *In* I.D. Teare, and M.M. Peet (Eds.). *Crop-Water Relations.* John Wiley & Sons, New York.
- Branch, W.D., J.P. Bostick, E.J. Williams, and J.P. Beasley, Jr. 2010. Determination of the relative maturity range for the ‘Georgia-02C’ peanut cultivar. *Peanut Sci.* 37:106–109.
- Caliskan, S., M.E. Caliskan, and M. Arslan. 2008. Genotypic differences for reproductive growth, yield, and yield components in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Turk. J. Agric. For.* 32: 415–424.
- Craufurd, P.Q., P.V.V. Prasad, V.G. Kakani, T.R. Wheeler, and S.N. Nigam. 2003. Heat tolerance in Groundnut. *Field Crops Res.* 80:63–77.
- Fehr, W.R., and C.E. Caviness. 1977. Stages of Soybean Development. Special Report No. 80. Cooperative Extension Service Agric. and Home Econ. Wxp. St. IOWA State Univ. of Sci. and Technology, Ames Iowa, USA.
- IBPGR/ICRISAT. 1985. Descriptors of Groundnut (revised). IBPGR-ICRISAT, Rome, Italy. 20p.
- Jain, A.K., S.M., Basha, and C.C., Holbrook. 2001. Identification of drought-responsive transcripts in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol.4 (2):59–67.
- Kasno, A., Trustinah, N. Nugrahaeni, dan J. Purnomo. 2006. Pembeda kelompok kacang tanah introduksi. hlm. 217–224. *Dalam* Prosiding Kongres V dan Symposium Nasional Peripi: Pemuliaan sebagai Pendukung Kemandirian Dan Ketahanan Pangan 2020. Purwokerto.
- Kasno A, dan Trustinah. 2009. Seleksi genotipe kacang tanah toleran kekeringan pada stadia kecambah dan reproduktif. *Jurnal Pen. Pert.* 28 (8): 50–57.
- Ketring, D.L., R.H. Brown, G.A. Sullivan, and B.B. Johnson. 1982. Growth physiology. P.411–457. *In* H.E. Pattee, and C.T. Young, (Eds.). *Peanut Sci. and Tech.* APRES, Inc. Texas, USA.

- Maggioni, L., S. Giergiev, and Lipman (Compilers). 2003. *Arachis* genetic resources in Europe. European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks ECPGR. *Ad hoc* Meeting, 15–16 November 2002. Plovdiv, Bulgaria.
- McNeill, K. L. and T. H. Sanders. 1996. Pod and seed size relation to maturity and in-shell quality potential in Virginia-type peanuts. *Peanut Sci.* 23:133–137.
- Mensah, J.K., P.A. Akomeah, B. Ikhajiagbe, and E.O. Ekpekurede. 2006. Effect of salinity on germination, growth, and yield of five groundnut genotypes. *African J. of Biotech.* 5(20):1973–1979.
- Nageswara Rao, R.C., J.H. Williams, M.V.K. Sivakumar, and K.R.D. Wadia. 1989. Effect of water deficit at different growth phases of peanut II. Response to drought during pre-flowering phase. *Agronomy Journal*, Vol. 80, pp. 431–438.
- Pallas, J.E. Jr., J.R. Stansell, and T.J. Koske. 1979. Effect drought on Florunner peanuts. *Agron. J.* 71: 853–858.
- Pattee, H. E., F. G. Giesbrecht, J. W. Dicknes, J. C. Wynne, J. H. Young, and R. W. Mazingo. 1982. The seed hull maturity index as an estimator of yield and value of Virginia-type peanut. *Peanut Sci.* 9:27–30.
- Purseglove, J.W. 1977. *Tropical Crop Dicotyledons*, Vol.1 and 2 combined. Longman, Group Ltd. London.
- Rao, V.R. 1988. Botany, p.24–64. *In* PS. Reddy (ed.). *Groundnut*. Indian Council of Agric. Res. New Delhi.
- Rao, V.R and U.R. Murthy. 1994. Botany-morphology and anatomy of groundnut., p.43–95. *In* Smart, J. (Ed). *The Groundnut Crop*. Chapman & Hall, London.
- Reddy, T.Y.; V.R. Reddy, V. Anbumozhi. 2003. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogea* L.) to drought stress and its amelioration: A critical review. *Plant Growth Regulation.* 41: 75–88.
- Rowland, D.L., R.B. Sorensen, C.L. Butts, and W.H. Faircloth. 2006. Determination of maturity and degree day indices and their success in predicting peanut maturity. *Peanut Sci.* 33: 125–136.
- Rucker, K.S., C.K. Kvien, G. Vellides, N.S. Hill, and J.K. Sharpe. 1994. A visual method of determining maturity of shelled peanuts. *Peanut Sci.* 21:143–146
- Rucker, K.S., C.K. Kevin, C.C. Holbrook, and J.E. Hook. 1995. Identification of peanut genotypes with improved drought avoidance traits. *Peanut Sci.* 22(1): 14–18.
- Sanders, T.H., AM. Schubert, and H.E. Pattee. 1982. Maturity methodology and postharvest physiology. pp. 624–654. *In* Pattee, H.E. and C.T. Young, (Eds.). *Peanut Sci. and Tech.* APRES, Inc.Texas, USA.
- Santosa, B.A.S., S. Widowati, dan D.S. Damardjati. 1996. Teknologi pengolahan hasil kacang tanah dalam perspektif pengembangan agribisnis, p. 88–102. *Dalam* Saleh, N., K.H. Hendroatmodjo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri dan A. Winarto (Penyunting). *Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Singh, R., D. Issar, P.V.Zala, and P.C. Nautiyal. 2007. Variation in sensitivity to salinity in groundnut cultivars during seed germination and early seedling growth. *SAT ejournal.* 5(1):1–7.
- Songsri, P., S. Jogloy, T. Kesmala, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, A. Patanothai, and C. C. Holbrook. 2008. Response of reproductive characters of drought resistant peanut genotypes to drought. *Asian J. of Plant Sci.* 7(5):427–439.
- Thomas, E.J., and J.S. Drexler. 1981. A non-destructive method for determining peanut pod maturity. *Peanut Sci.* 8:134–141.

- Young, J.H., N.K. Person, J.O. Donald, and W.D. Mayfield. 1982. Harvesting, curing, and energy utilization, pp. 458–485. *In* Pattee, H.E. and C.T. Young, (Eds.). Peanut Sci. and Tech. APRES, Inc. Texas, USA.
- Trustinah, E. Guhardja, dan W. Gunarso. 1987a. Perkembangan polong kacang tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.). Penelitian Palawija, 2(1): 56–60.
- Trustinah, E. Guhardja, dan W. Gunarso. 1987b. Identifikasi fase pertumbuhan empat varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.). Pen. Palawija, 2(2):68–74.
- Trustinah. 1993. Biologi kacang tanah. Hlm. 9–23. *Dalam* Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Trustinah, A. Kasno, Moedjiono, dan J. Purnomo. 2004. Hasil dan mutu hasil kacang tanah varietas Kancil pada berbagai umur panen. hlm. 142–151. *Dalam* Sri Hardaningsih *et al* (Eds.). Prosiding Seminar Teknologi Inovatif Agribisnis kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan. Puslitbangtan.
- Trustinah, A. Kasno, dan N. Nugrahaeni. 2006. Pengelompokan plasma nutfah kacang tanah varietas lokal dengan teknik peubah ganda. hlm. 23–32. *Dalam* Suharsono *et al.* (Eds.). Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Balitkabi Malang.
- Trustinah. 2009. Plasma nutfah kacang tanah: Keragaman dan potensinya untuk perbaikan sifat-sifat kacang tanah. Bul. Palawija 18:58–65.
- Trustinah, A. Kasno, dan A. Wijanarko. 2009. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap lahan masam. Jurnal Pertanian Tanaman Pangan. 2009. 38(3): 183–191.
- Trustinah. 2012. Penentuan umur masak plasma nutfah kacang tanah. Hlm. 470–477. *Dalam* A. Widjono *et al.* (Eds.) Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementerian Pertanian. Puslitbangtan.
- Upadhyaya H.D. and C.L. L.Gowda 2009. Managing and Enhancing the Use of Germplasm Strategies and Methodologies. Technical Manual No. 10. ICRISAT. India. 226 pp.

SUMBER DAYA GENETIK KACANG TANAH

Trustinah

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi kacang tanah menggunakan varietas unggul dengan potensi hasil tinggi, toleran terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik, disertai dengan karakter spesifik sesuai preferensi petani dan pasar menghendaki dukungan ketersediaan sumber daya genetik untuk sifat tersebut. Dalam kaitan itulah pengelolaan sumber daya genetik semakin dituntut untuk memenuhi beragam kebutuhan, dan melalui pemanfaatan gen-gen unggul yang dimiliki dalam membentuk varietas unggul yang diinginkan antara lain produksi tinggi, kualitas baik, tahan terhadap penyakit utama (layu dan penyakit daun), toleran cekaman abiotik (kekeringan, kemasaman), umur genjah dan mutu hasil tinggi.

Plasma nutfah atau sumber daya genetik adalah keanekaragaman fenotipik dan genetik yang dimiliki oleh satu spesies. Kekayaan sumber daya genetik adalah banyaknya kultivar, strain, galur, kerabat liar, *land races*, mutan yang dimiliki oleh setiap spesies tanaman (Zuraida dan Sumarno 2007). Meluasnya penggunaan varietas unggul dan intensifnya pemanfaatan hutan akan memperbesar peluang tersingkirnya varietas lokal dan varietas liar, yang akan diikuti pula oleh musnahnya gen-gen berguna yang terkandung di dalamnya. Karenanya penyelamatan dan pengkayaan keragaman populasi bahan genetik plasma nutfah perlu terus diupayakan.

Pelestarian, pengkayaan, pencirian dan penilaian bahan genetik dari suatu plasma nutfah diperlukan guna menopang kegiatan pemuliaan berkelanjutan dalam menghasilkan varietas unggul yang bernilai tambah ekonomi. Pelestarian plasma nutfah dapat dilakukan secara *ex situ* dan *in situ*. Pelestarian secara *in situ* sangat rawan kerusakan, karena eksploitasi dan konversi lahan yang kurang bersifat konservatif. Oleh karenanya pelestarian *ex situ* sangatlah tepat dan secara luas banyak digunakan dalam metode pelestarian plasma nutfah. Kegiatan pengelolaan plasma nutfah meliputi: koleksi, karakterisasi, evaluasi, konservasi, rejuvenasi, dan dokumentasi.

SISTEMATIKA DAN KARAKTERISTIK KACANG TANAH

Kacang tanah termasuk famili *Papilionidae* dan merupakan tanaman allotetraploid ($2n=40$) dengan dua genom A dan B. Kacang tanah yang dibudidayakan dibagi menjadi dua subspecies, yakni *fastigiata* dan *hypogaea*. Subsp. *fastigiata* secara botani dibagi menjadi empat varietas, yakni *fastigiata*, *peruviana*, *aequatoriana*, dan *vulgaris*, sedangkan subsp. *hypogaea* meliputi varietas *hypogaea* dan *hirsuta* (Krapovickas dan Gregory 1994 dalam Holbrook 2003).

Empat kelompok utama yang paling populer adalah tipe Spanish, Runner, Virginia, dan Valencia. Menurut Rajgopal *et al* (1997), terdapat empat tipe komersial kacang tanah untuk budidaya di India: Valensia (subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*), Spanish (subsp. *Fastigiata* var. *vulgaris*), Virginia bunch dan Virginia runner (subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*).

Varietas *vulgaris* umumnya memiliki 2 biji/polong, sedikit berparuh, polong sedikit berpinggang dan retikulasi agak halus, umur lebih genjah, pola percabangan sequential, pertumbuhan tegak, dan dikenal dengan tipe spanish. Varietas *fastigiata* memiliki jumlah biji/polong tiga atau lebih, polong sedikit berpinggang dan retikulasi agak halus, pola per-

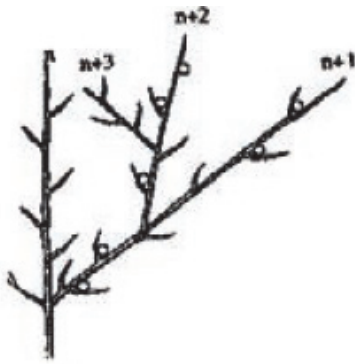
cabangan sequential, tipe tumbuh tegak, dan dikenal dengan tipe valencia. Varietas *peruviana* umumnya memiliki tiga atau lebih biji/polong, agak berpinggang, retikulasi menonjol (kasar), pola percabangan alternate, tipe tumbuh prostrate, ukuran polong tergolong sedang dengan bobot 100 biji berkisar antara 55–65 g, umur relatif dalam yaitu 120 hari atau lebih, dan sangat indeterminate, biasa digunakan untuk selai, dan dikenal dengan tipe peruvian runner. Varietas *hypogaea* memiliki dua biji/polong, ukuran polong dan biji tergolong besar, polong agak berparuh, sedikit-agak berpinggang, agak halus-sedikit kasar, umur dalam, pola percabangan alternate, tipe tumbuh prostrate hingga tegak, dikenal dengan tipe virginia (Pittman 1995). Masing-masing ciri morfologi disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Klasifikasi kacang tanah (*Arachis hypogaea*).

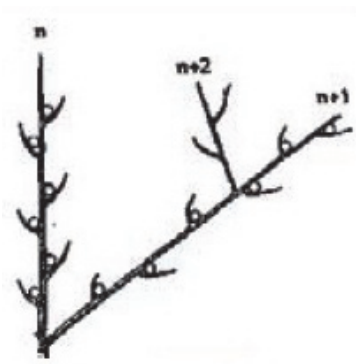
Subspesies	Varietas	Tipe botani	Pola percabangan	Tipe tumbuh	Jumlah biji/polong
Hypogaea	Hypogaea	Virginia	Alternate	prostrate erect	2–3
	Hirsute	peruvian runner	Alternate	Prostrate	2–4
Fastigiata	Fastigiata	valencia	Sequential	Erect	3–5
	Vulgaris	spanish	Sequential	Erect	2

Sumber: Singh dan Simpson (1994).

Sekitar 68 varietas liar spesies *A. hypogaea* telah terdeskripsi dan beberapa spesies lainnya telah terkoleksi namun belum terdeskripsi (Holbrook dan Stalker 2003). Sumber keragaman genetik kacang tanah diklasifikasikan ke dalam empat gen pool (Singh dan Simpson 1994 dalam Smartt 1990). Pertama adalah sumber gen utama (*primary gen pool*) yang terdiri dari spesies budidaya dari pusat asal keragaman dan galur-galur yang dikembangkan di negara-negara penanam kacang tanah. Kedua, sumber gen sekunder (*secondary gen pool*) yang terdiri dari spesies diploid yang memiliki “cross kompatibilitas” dengan *A. hypogaea*, di antaranya *A. menticola* ($2n=4x=40$). Tetraploid *A. menticola* memiliki beberapa perbedaan dari *A. hypogaea*, di antaranya ukuran buah lebih kecil, dan ginofor lebih panjang, tangkai polong lemah. Beberapa varietas telah dilepas dari hasil persilangan interspesifik antara *A. hypogaea* x *A. menticola*, di antaranya Spancross dan Tamnut 74 (Hammons 1970; Simpson dan Smith 1975 dalam PCGC 2003). Sumber gen ketiga adalah dari kelompok *Procumbensae* yang dapat *sharing gen* dengan *A. hypogaea* dalam mengatasi penghambat zigot yang terbentuk. Sumber keragaman berikutnya adalah spesies *Arachis* lainnya yang memiliki “cross incompatibilitas”. Peluang untuk memanfaatkan sumber keragaman ketiga dan keempat adalah dengan menggunakan teknik bioteknologi melalui tranformasi genetik maupun dengan hibridisasi somatik.



Alternate



Sequential

Gambar 1. Pola percabangan kacang tanah (IBPGR 1985).



Varietas *Vulgaris*



Varietas *Fastigiata*

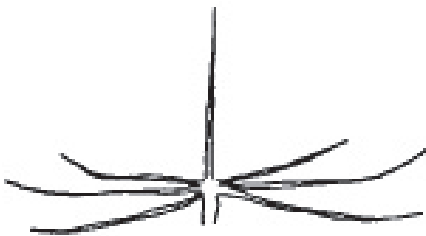


Varietas *Peruviana*



Varietas *Hypogaea*

Gambar 2. Keragaman polong yang mencirikan varietas golongan *Vulgaris* (A), *Fastigiata* (B), *Peruviana* (C), dan *Hypogaea* (L) varietas kacang tanah (Pittman 1995).



Prostrate



Tegak (*Erect*)

Gambar 3. Tipe tumbuh kacang tanah (UPOV 1985).

PUSAT ASAL DAN KERAGAMAN

Amerika Selatan merupakan pusat keragaman kacang tanah. Kacang tanah dibawa oleh orang-orang Spanyol dan Portugis dari pantai timur Amerika Selatan ke Afrika, India, dan dari pantai barat Amerika Selatan ke Indonesia, China, dan Madagaskar pada abad ke-16. Terdapat enam pusat keragaman genetik kacang tanah, yakni: (1) Wilayah Guaraní, yang didominasi tipe tegak Valencia (subsp. *Fastigiata*), daerah ini juga merupakan pusat keragaman varietas *vulgaris*, (2) Wilayah Goiás dan Minas Gerais di Brazil, yang didominasi oleh kacang tanah tipe tegak subsp. *fastigiata*, (3) Wilayah Rondonia (Brazil) diwakili oleh tipe *nambyquarae* subsp. *hypogaea* dan daerah Mato Grosso (Brazil) memiliki kacang tanah tipe tegak, warna kuning dan *A. villosulicarpa*, (4) Daerah tenggara pegunungan Andes merupakan pusat keragaman yang besar untuk subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*, (5) Peru, terdapat tiga tipe kacang tanah dengan konstiksi polong, guratan, dan paruh menonjol/prominent, yakni subsp. *hypogaea* dan subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*. Keduanya disebut tipe “peruvian”. Tipe ketiga adalah subsp. *fastigiata* var. *fastigiata* dengan polong yang halus dengan 3–5 biji, dan tidak berparuh, dan (6) Timur laut Brazil memiliki keragaman untuk kacang tanah seperti var. *fastigiata* di Peru tetapi dengan morfologi yang berbeda, antara var. *fastigiata* dan *hypogaea* (Krapovickas 1969; Gregory dan Gregory 1976 dalam Singh dan Simpson 1994).

Kacang tanah yang berkembang di Indonesia secara umum dapat dibedakan ke dalam dua tipe, yakni Spanish dan Valencia. Kedua tipe kacang tanah tersebut mudah dikenali dari jumlah biji/polong. Kacang tanah tipe Spanish memiliki dua biji per polong dengan bentuk biji bulat atau lonjong, sedangkan tipe Valencia memiliki 3–5 biji/polong dengan bentuk pipih atau bulat dengan umur panen yang lebih dalam.

SUMBER DAYA GENETIK KACANG TANAH

Sumber daya genetik tanaman merupakan bahan baku dasar yang paling berharga dan penting dalam memenuhi kebutuhan saat ini dan masa depan terutama pada program perbaikan tanaman. Koleksi plasma nutfah dapat dianggap sebagai populasi dasar, yang perlu memiliki keragaman genetik yang luas untuk sifat-sifat yang diperbaiki. Plasma nutfah yang beragam dapat ditimbulkan dari koleksi varietas liar, varietas lokal, introduksi, varietas unggul lama atau baru, mutan, galur-galur homosigot hasil persilangan, dan genus-genus yang sama. Koleksi plasma nutfah ini pada dasarnya dimaksudkan untuk mendukung program pemuliaan, sehingga sifat koleksi lebih sebagai ‘Koleksi material kerja’ (*working collection*).

Koleksi plasma nutfah kacang tanah disimpan di beberapa bank gen di dunia. Jumlah koleksi plasma nutfah kacang tanah dunia yang ada di ICRISAT sebanyak 15.419 aksesi (Upadhyaya *et al.* 2008). Koleksi plasma nutfah kacang tanah juga disimpan di USDA Amerika Serikat terdiri dari 9.142 aksesi dan 611 aksesi dari spesies *Arachis*. Pemanfaatan koleksi plasma nutfah dapat ditingkatkan dengan pengembangan teknik evaluasi yang lebih efisien. Salah satunya adalah dengan mengembangkan dan menggunakan koleksi inti (*core collection*) sebagaimana yang telah dikembangkan pada koleksi plasma nutfah kacang tanah di ICRISAT (India) maupun di Amerika Serikat (Holbrook dan Dong 2005; Upadhyaya *et al.* 2009). Koleksi inti mewakili keragaman genetik suatu spesies dengan duplikasi minimum yang merupakan bagian dari seluruh koleksi yang mencakup semua karakter yang berguna sehingga identifikasi aksesi yang berguna menjadi mudah. Ukuran koleksi inti sekitar 10% dari total aksesi setidaknya 3000 per spesies, dan untuk aksesi

yang jumlahnya banyak dapat pula dikembangkan mini koleksi inti (*mini core collection*) yang ukurannya sekitar 1% dari total koleksi (Brown 1989; Upadhyaya *et al.* 2002; Holbrook dan Dong 2005).

Beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam pembentukan koleksi inti menurut Upadhyaya *et al.* (2010) adalah: (1) menentukan koleksi yang akan diwakili dan ukurannya. Data taksonomi, paspor dan karakterisasi seluruh koleksi harus dirakit dan diverifikasi untuk memilih sekitar 10% dari seluruh koleksi sehingga minimal 70% dari alel dapat dipertahankan; (2) mengelompokkan aksesori ke dalam kelompok yang dilakukan secara hierarkis menggunakan data yang tersedia, ke dalam kelompok taksonomi (subspesies dan ras), diikuti oleh kelompok geografis (negara, negara bagian), iklim (agro-ekologi), dan data karakterisasi ke dalam kelompok khusus. Pengelompokan koleksi ke dalam subkelompok yang lebih kecil dalam kelompok ini dilakukan sedemikian rupa sehingga dalam kelompok atau subkelompok keragamannya sangat rendah dan antara kelompok keragamannya sangat tinggi. Stratifikasi akan meningkatkan efisiensi sampling dengan pilihan yang tepat ukuran sampel untuk setiap kelompok; (3) memilih aksesori inti dengan cara menentukan jumlah dan pilihan aksesori dari setiap kelompok, yang didasarkan pada pertimbangan seperti ukuran kelompok dalam keanekaragaman genetik kelompok, atau aksesori dengan spesifik tertentu. Besarnya keragaman dalam inti ini kemudian dibandingkan secara statistik dengan seluruh koleksi untuk mengkonfirmasi bahwa koleksi inti telah memiliki sebagian besar keragaman di seluruh koleksi; dan (4) Mengelola koleksi inti dengan cara regenerasi ulang dan dievaluasi lebih lanjut untuk tujuan spesifik.

Penilaian keragaman dan pengelompokan dapat menggunakan “Shannon-Weaver index” ataupun multivariate analisis seperti analisis komponen utama, kluster analisis dan fungsi diskriminant, yaitu dengan membandingkan rata-rata dan keragaman karakter fenotipik dalam koleksi yang ada dan koleksi inti untuk mengetahui bahwa keragaman koleksi terwakili dalam koleksi inti. Pembentukan dan evaluasi koleksi inti mini pada koleksi kacang tanah telah dilakukan di ICRISAT terhadap 14.310 aksesori koleksi plasma nutfah kacang tanah yang ada, dengan menggunakan analisis kluster untuk 14 karakter morfologi. Dari masing-masing kelompok diambil 10% dan diperoleh sebanyak 1.704 aksesori yang merupakan koleksi inti (10,8%), dan dari koleksi inti diperoleh sebanyak 184 aksesori (1,29%) yang merupakan koleksi inti mini (Upadhyaya *et al.* 2009). Pembentukan dan evaluasi koleksi inti mini pada koleksi kacang tanah di Amerika Serikat telah dilakukan oleh Holbrook dan Dong (2005) dengan menggunakan data delapan karakter kacang tanah masing-masing di bagian atas tanaman mengacu pada Pittman (1995). Karakter tersebut meliputi: tipe tumbuh, percabangan, pembungaan pada batang utama, warna daun, warna batang, dan kemasakan, serta bentuk polong, kontriksi polong, retikulasi polong, jumlah biji per polong, bobot 100 polong, tipe polong, warna kulit biji, dan bobot 100 biji. Diperoleh bahwa penggunaan koleksi inti mini akan meningkatkan efisiensi dalam mengidentifikasi aksesori kacang tanah tahan terhadap bercak daun akhir di seluruh koleksi. Pendekatan demikian berguna untuk sifat yang sulit diukur dan atau mahal biaya pengamatannya.

Jumlah koleksi plasma nutfah kacang tanah di Indonesia yang dikelola Balai Besar Biogen (di BB Biogen) 1.194 aksesori (Sumarno 2007), dan di Balitkabi sebanyak 500 aksesori (ILETRI 2007). Koleksi plasma nutfah kacang tanah yang ada di Balitkabi merupakan koleksi aktif yang terdiri dari varietas lokal, varietas introduksi, dan galur-galur hasil pemuliaan. Beberapa varietas lokal di antaranya dari Provinsi Jawa Timur (Blitar, Tulung-

agung, Gresik, Sidoarjo, Kediri, Jombang, Nganjuk, Lamongan, Tuban, Bojonegoro, Banyuwangi, Probolinggo, Jember, Situbondo, Bondowoso, Pasuruan, Magetan, Trenggalek, Madiun, dan Ponorogo), Jawa Tengah (Brebes, Wonogiri, Magelang, Boyolali, Kebumen, Purworejo, Blora, Jepara, Kendal, Batang, Tegal, Pemalang, dan Surakarta), Daerah Istimewa Yogyakarta/DIY (Bantul, Sleman, Yogyakarta, Kulonproongo, dan Gunung Kidul), Jawa Barat (Majalengka, Kuningan, dan Jasinga), Sulsel (Bantaeng, Jenepono, Baru, Ujung Pandang, Pangkep, Pare-pare, dan Sidrap), Bali (Buleleng, Karang Asem, Badung, Tabanan, Gianyar, Bangli, dan Klungkung), Nusa Tenggara Timur/NTT, Nusa Tenggara Barat/NTB, Lampung, dan Papua. Sebagian besar aksesori introduksi dari mancanegara berasal dari ICRISAT India, sisanya dari Philipina, Australia, Peru, Uganda, dan Nepal (ILETRI 2007). Aksesori-aksesori tersebut disimpan dalam bentuk biji dan polong.

Pengelolaan sumber daya genetik memiliki dua aspek penting, yakni konservasi dan pemanfaatannya dalam perbaikan varietas. Konservasi benih memiliki peran penting dalam pelestarian keragaman genetik dan menjaga stabilitas genetik selama jangka waktu lama. Ada beberapa kegiatan dalam pengelolaan sumber daya genetik secara *ex-situ*: di antaranya adalah, konservasi, koleksi, karakterisasi, rejuvenasi, distribusi, dokumentasi, dan pemanfaatan.

Koleksi

Koleksi plasma nutfah merupakan sumber perbendaharaan gen atau karakter. Tujuan utama koleksi plasma nutfah adalah untuk mengumpulkan keragaman genetik maksimum dengan jumlah sampel yang tidak besar. Koleksi atau pengkayaan keragaman genetik dilakukan melalui pengumpulan varietas lokal ataupun introduksi varietas dari mancanegara, dan galur-galur hasil pemuliaan. Koleksi varietas lokal atau varietas liar di samping sebagai upaya pelestarian “gen-gen”, juga kemungkinan gen-gen tersebut disisipkan ke dalam varietas unggul baru. Introduksi varietas dari mancanegara juga memiliki tujuan dan dampak yang sama dengan koleksi varietas lokal dan liar. Kegiatan koleksi hendaknya dilakukan oleh tim yang anggotanya terdiri dari staf pengelola plasma nutfah, para ahli dari disiplin yang berkaitan dengan sifat-sifat plasma nutfah berasal dari Balai Penelitian, seperti: Patologis, Fisiologis, Entomologis, Nutrisiologi, Pemulia, Agronomi, dipilih yang ada relevansinya. Eksplorasi hendaknya dilakukan pada sentra produksi, daerah produksi tradisional, daerah terisolir, daerah pertanian lereng-lereng gunung, pulau terpencil, daerah suku asli, daerah yang sistem bertaninya tradisional/belum maju, daerah yang masyarakatnya menggunakan komoditas yang bersangkutan sebagai makanan pokok/utama/penting, daerah endemik hama/penyakit, daerah transmigrasi lama dan baru. Eksplorasi dan koleksi plasma nutfah dibarengi dengan menggali keterangan dari petani, yang berkaitan dengan kriteria preferensi petani terhadap varietas tanaman yang bersangkutan. Keterangan dari petani sangat bermanfaat untuk mengetahui: alasan petani tetap menanam varietas yang bersangkutan, preferensi sifat varietas yang diinginkan petani, hambatan adopsi varietas unggul dan informasi awal yang dimiliki oleh varietas yang dikumpulkan. Informasi tersebut dicatat dalam formulir data koleksi untuk melengkapi passport data yang meliputi: data aksesori, data koleksi, data lokasi, data tanaman, dan beberapa data lain yang diperlukan yang tertulis dalam formulir koleksi (Konopka dan Hanson 1985; IBPGR 1985). Rute/peta eksplorasi dan tempat-tempat perolehan plasma nutfah dicantumkan pada peta yang agak detail, agar diketahui daerah mana yang telah dilakukan eksplorasinya. Aksesori-aksesori baru hasil koleksi dicatat dalam buku induk atau database

mencakup: nomor induk, tanggal terima, nama varietas/aksesi, pengumpul/kurator, karakter tanaman, dan lain-lain yang ada dalam formulir koleksi.

Karakterisasi

Karakterisasi merupakan kegiatan dalam rangka mengidentifikasi karakter penting yang bernilai ekonomis, atau yang merupakan penciri dari aksesori yang bersangkutan. Kegiatan tersebut bertujuan untuk mengetahui karakter agronomis, morfologis, dan keunggulan yang dimiliki suatu aksesori dan memiliki arti penting terutama dalam memberikan umpan ke depan melalui penyediaan sumber gen berguna bagi pemulia tanaman. Karakterisasi ditekankan pada varietas-varietas yang baru dikoleksi, baik varietas lokal maupun varietas introduksi. Karakterisasi untuk varietas introduksi memiliki tujuan rangkap: selain mengetahui sifat agronomis dan keunggulan varietas, juga mengidentifikasi reaksinya terhadap penyakit atau kemungkinan adanya penyakit baru yang terbawa melalui benih. Selain itu karakterisasi juga dapat digunakan untuk membantu menggambarkan keragaman koleksi yang ada dan membantu kurator mengelola koleksi secara efektif.

Tabel 2. Pengelompokkan aksesori berdasarkan karakter kualitatif dari 284 aksesori plasma nutfah kacang tanah koleksi Balitkabi.

Karakter yang diamati	Kategori	Persentase (%)
Warna ginofor	Ungu	86
	Hijau	14
Tipe polong	Spanish	86
	Valencia	14
	Kecil	14,4
Ukuran polong	Sedang	66,5
	Besar	19
	Putih	0,7
	Rose	84,9
Warna kulit ari biji	Merah	9,8
	Ungu	2,5
	Coklat	1,8
	Halus (tidak jelas)	6,3
	Sedang (nyata)	44
Guratan polong	Kasar (sangat nyata)	49,6
	Tidak berparuh	4
	Agak berparuh	94
Paruh polong	Berparuh	2
	Tidak berpinggang	13,4
	Berpinggang	86,3
Pinggang polong	Sangat berpinggang	0,3

Sumber: Trustinah *et al.* (2004).

Karakterisasi sumber daya genetik dilakukan pada kondisi lingkungan agronomi dan proteksi yang optimal, sehingga tanaman tumbuh tanpa kendala. Karakterisasi ditekankan untuk karakter yang merupakan karakter penciri, yakni sifat-sifat menurun dan sedikit atau

tidak dipengaruhi lingkungan, mudah dilihat, dan terekspresi di semua lingkungan (Chapman 1989; Riley *et al.* 1996; Upadhyaya *et al.* 2009), meliputi penampilan morfologi ataupun botani yang dapat diamati secara mudah, seperti: warna bunga, bentuk dan warna batang, warna ginofor, dan beberapa sifat kualitatif lain. Sifat-sifat tersebut berguna untuk membantu di dalam identifikasi aksesori ataupun dalam memonitor aksesori pada kegiatan regenerasi. Pengamatan terhadap karakter-karakter tersebut dilakukan berdasarkan tanaman contoh dengan pengukuran berupa skala maupun metrik mengikuti metode evaluasi standar pada kacang tanah menggunakan “Groundnut Descriptor” dari IBPGR (1985) ataupun UPOV (1985). Karakter kualitatif polong dan biji kacang tanah meliputi: pinggang polong (tanpa pinggang, agak berpinggang, berpinggang agak dalam, dan berpinggang sangat dalam), paruh/pelatak polong (tanpa paruh, paruh sangat kecil, paruh menonjol, paruh sangat menonjol) dengan bentuk paruh (lurus dan lengkung), kulit polong (retikulasi halus, agak kasar, kasar), warna kulit ari biji (warna putih, rose, merah, coklat), dan bentuk biji (bulat, lonjong, pipih) (Tabel 2). Berdasarkan ukuran polong, kacang tanah dibedakan ke dalam: polong sangat kecil (panjang <1,5 cm, ukuran 35–50 g/100 polong), kecil (panjang 1,6–2,0 cm, ukuran 51–65 g/100 polong), sedang (panjang 2,1–2,5 cm, ukuran 56–105 g/100 polong), besar (panjang 2,6–3,0 cm, ukuran 106–155 g/100 polong), dan sangat besar (panjang >3,0 cm, ukuran >155 g/100 polong). Sedangkan berdasarkan ukuran biji, kacang tanah dibedakan ke dalam: biji kecil (<40 g/100 biji), biji sedang (40–55 g/100 biji), dan biji besar (>55 g/100 biji) (Rao dan Murty 1994).

Evaluasi Pendahuluan

Evaluasi pendahuluan merupakan kegiatan dalam rangka mengidentifikasi sifat-sifat penting yang bernilai ekonomis, atau yang merupakan penciri dari aksesori yang bersangkutan. Evaluasi pendahuluan lebih ditekankan untuk sifat-sifat kuantitatif yang umumnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan dikendalikan oleh banyak gen (Chapman 1989; Riley *et al.* 1996). Seperti pada karakterisasi, kegiatan evaluasi pendahuluan sumber daya genetik dilakukan pada kondisi lingkungan agronomi dan proteksi yang optimal, sehingga tanaman tumbuh tanpa kendala. Data yang dikumpulkan pada kegiatan karakterisasi dan evaluasi pendahuluan meliputi: data tempat dan data tanaman, mengacu pada daftar deskriptor karakterisasi dan evaluasi untuk masing-masing komoditas. Karakterisasi dan evaluasi pendahuluan sumber daya genetik kacang tanah dilakukan terhadap sifat kualitatif dan kuantitatif untuk tipe tumbuh dan karakter daun, karakter bunga dan polong, serta karakter biji.

Hasil karakterisasi 284 koleksi plasma nutfah kacang tanah yang ada di Balitkabi sebagian besar tergolong tipe Spanish dengan jumlah biji dua per polong, warna ginofor ungu, warna biji rose, ukuran polong sedang, guratan pada polong nyata, berpelatak/ paruh, dan agak berpinggang (Tabel 2). Tinggi tanaman berkisar antara 22–56 cm, mulai berbunga umur 26 hari dan mulai dipanen pada umur 90 hingga 110 hari. Terdapat keragaman ukuran daun baik panjang maupun lebar daun. Perbandingan panjang dan lebar daun ini menentukan bentuk daun, dimana untuk spanish bentuk daun umumnya lebih mendekati bulat-oval, sedangkan pada tipe valensia umumnya lebih lancip. Polong dan biji juga memiliki keragaman yang cukup antaraksesori yang ditunjukkan dengan bobot 100 polong, bobot 100 biji, diameter biji, serta panjang biji (Tabel 3). Sebagian besar aksesori memiliki ukuran polong sedang dengan biji berukuran kecil, yakni di bawah 40 g/100 biji, sedang-

kan yang tergolong jenis jumbo hanya sekitar 3% dari koleksi yang ada (Trustinah *et al.* 2004).

Karakterisasi secara morfologis memperlihatkan bahwa koleksi aksesi plasma nutfah kacang tanah di Balitkabi memiliki keragaman dan kemiripan untuk sifat kualitatif maupun kuantitatif sehingga diperlukan pengelompokkan aksesi berdasarkan karakter tertentu. Pengelompokkan plasma nutfah sesuai dengan ciri dan keunggulannya memiliki arti penting, terutama dalam memberikan umpan ke depan melalui penyediaan sumber gen berguna bagi pemulia tanaman. Oleh karenanya diperlukan suatu cara untuk mengelompokkan sekumpulan aksesi berdasarkan beberapa karakter sekaligus. Teknik peubah ganda (*multivariate*) merupakan salah satu cara yang biasa digunakan untuk mengelompokkan suatu koleksi atau sekumpulan individu. Keragaman karakter kuantitatif dan kualitatif plasma nutfah kacang tanah lokal dan introduksi serta ciri pembedanya dikaji dengan menggunakan analisis peubah ganda.

Tabel 3. Statistik beberapa sifat kuantitatif 284 plasma nutfah kacang tanah.

Sifat yang diamati	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Tinggi tanaman (cm)	22	56	33,4
Umur berbunga (hari)	26	32	30
Umur panen (hari)	90	110	95
Panjang daun (cm)	3	7	5,04
Lebar daun (cm)	1,4	3,6	2,5
Panjang/lebar daun	1,4	2,9	2,08
Diameter biji	0,4	1,06	0,85
Panjang biji	0,9	2,22	1,41
Bobot 100 polong (g)	59,7	182,8	107,5
Bobot 100 biji (g)	15,8	65,1	41,2

Sumber: Trustinah *et al.* (2004).

Varietas lokal kacang tanah sebagian besar dikoleksi dari Jawa, Bali, NTB, dan NTT. Dari 148 aksesi varietas lokal, 94,6% di antaranya tergolong ke dalam tipe Spanish (2-1 atau 2-1-3 biji/polong), dan sisanya adalah tipe Valencia (3-2-4-1 atau 3-4-2-1 biji/polong). Angka pertama menunjukkan frekuensi jumlah biji per polong terbesar. Sebagian besar (93,3%) memiliki warna dasar kulit ari biji rose/merah muda, berwarna merah (2,4%), dan sisanya berwarna putih kemerahan (*light tan*) dan merah muda/tua (*dark tan*). Polong kacang tanah varietas lokal sebagian besar berparuh, berpinggang dengan guratan polong yang agak kasar. Karakteristik polong dan biji kacang tanah demikian telah diterima industri. Pengelompokkan berdasarkan polong dan biji dengan menggunakan kriteria Rao dan Murty (1994) menunjukkan sebanyak 40% aksesi memiliki ukuran polong besar dan 60% berukuran sedang. Berdasarkan ukuran biji, aksesi yang memiliki ukuran biji kecil dan sedang, proporsinya sama yakni 50%. Hal tersebut memberikan indikasi bahwa pada kelompok aksesi yang memiliki ukuran polong besar tidak selalu diikuti dengan biji yang berukuran sedang (Trustinah *et al.* 2006). Dengan menggunakan skala 1–9 mengacu pada Subrahmanyam *et al.* (1995), seluruh aksesi plasma nutfah kacang tanah lokal tidak ada yang tergolong tahan terhadap penyakit karat maupun bercak daun.

Dengan menggunakan peubah ganda, karakteristik aksesori plasma nutfah kacang tanah varietas lokal untuk 17 karakter, 148 aksesori kacang tanah varietas lokal terbagi ke dalam tiga kelompok dan ukuran polong sebagai pembeda kelompok (Tabel 4). Kelompok I dan II tergolong tipe Spanish, dan di antara keduanya memiliki banyak kemiripan untuk tinggi tanaman dan hasil. Perbedaan kedua kelompok lebih terlihat pada ukuran polong dan ukuran biji. Kelompok III memiliki guratan/retikulasi polong yang kasar, polong besar, tanaman tinggi, hasil tinggi, dan merupakan kelompok Valencia. Analisis ragam dari ketiga kelompok menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata antarkelompok dalam hal bentuk daun, yang diwakili oleh panjang/lebar daun. Semua kelompok mempunyai bentuk daun agak bulat atau agak lancip. Begitu pula untuk responnya terhadap penyakit karat maupun bercak daun, kelompok tersebut bersifat tidak tahan.

Tabel 4. Pengelompokan plasma nutfah kacang tanah lokal.

Kelompok	Jumlah aksesori	Ciri morfologi
I	68	retikulasi polong agak kasar, polong pendek, ukuran polong dan biji kecil
II	72	retikulasi polong kasar, ukuran polong dan ukuran biji yang tergolong besar
III	8	retikulasi polong kasar, polong besar

Sumber: Trustinah *et al.* (2006).

Tabel 5. Pengelompokan plasma nutfah kacang tanah introduksi.

Kelompok	Jumlah aksesori	Ciri morfologi
I	3	polong berpinggang, daun lebar, tumbuh lebih tinggi, berpolong banyak, hasil tinggi, dan lebih tahan penyakit karat dan bercak daun
II	21	berpinggang, memiliki polong dan biji besar, jumlah polong banyak, hasil tinggi, dan tahan penyakit karat dan bercak daun
III	31	polong berpinggang, daun kecil, pendek, polong dan biji kecil dan hasil rendah, tetapi rentan penyakit karat dan bercak daun
IV	18	polong tidak berpinggang, bergurat, polong dan biji besar, hasil tinggi dan rentan penyakit karat dan bercak daun.

Sumber: Kasno *et al.* (2006).

Dari 73 aksesori plasma nutfah kacang tanah introduksi dari mancanegara yang sebagian besar berasal dari ICRISAT India, terdapat keragaman untuk 19 karakter yang diamati, dan terbagi ke dalam empat kelompok (Tabel 5). Kelompok I dan II merupakan kelompok aksesori terbaik, memiliki ragam hasil polong yang tinggi dan tahan penyakit daun (24 aksesori) sehingga sangat menunjang upaya perbaikan kacang tanah varietas lokal.

Evaluasi Lanjutan

Evaluasi lanjutan merupakan kegiatan dalam rangka mengidentifikasi sifat-sifat penting yang lebih spesifik, meliputi respon aksesori terhadap perlakuan agronomi, cekaman biotik maupun abiotik, karakter kualitas, dan karakterisasi molekuler. Lingkungan dan metode yang digunakan juga spesifik sesuai dengan tujuan evaluasi. Evaluasi dilakukan bersama antara pemulia, kurator, dan pakar pada masing-masing bidang keahlian.

Produktivitas kacang tanah dibatasi oleh sejumlah kendala biotik dan abiotik, oleh karenanya koleksi yang ada perlu dievaluasi untuk mengatasi masalah yang ada. Karakterisasi dan evaluasi lanjutan pada plasma nutfah kacang tanah ditujukan antara lain untuk umur genjah (85 hst), tahan penyakit layu, karat, *Aspergillus flavus*, toleran terhadap kekeringan, kemasaman lahan, dan salinitas, serta kandungan lemak dan asam lemak.

a. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap kekeringan

Pertanaman kacang tanah di Jawa sebagian besar (70%) ditanam pada lahan kering jenis tanah Alfisol dan Latosol, dan 30% ditanam di lahan sawah dengan jenis tanah umumnya Aluvial dan Regosol pada musim kemarau. Konsekuensi budidaya kacang tanah pada musim kemarau adalah cekaman kekeringan akibat air yang terbatas.

Evaluasi 225 aksesori terhadap cekaman kekeringan pada stadia kecambah menggunakan larutan PEG 6000, dan dilanjutkan dengan evaluasi lapang untuk cekaman kekeringan pada stadia reproduktif. Cekaman osmotikum dari larutan PEG 6000 dengan potensial $-0,3$ MPA atau 3 bar berkisar antara 0,36–0,61 atau tergolong sedang hingga agak berat. Pada kondisi tercekam, akar menjadi lebih pendek, jumlah akar lateral sedikit sehingga bobot kering akar menjadi lebih rendah, hipokotil dan epikotil lebih pendek, dan jumlah daun lebih sedikit. Pada pengujian di lapang, cekaman kekeringan menyebabkan tanaman tumbuh lebih pendek, jumlah daun dan jumlah polong isi lebih sedikit, jumlah polong hampa lebih banyak, ukuran biji lebih kecil, intensitas serangan penyakit karat tinggi, serta bobot polong dan rendemen lebih rendah. Terdapat indikasi kuat bahwa kacang tanah tipe Valencia secara alamiah memiliki toleransi terhadap cekaman/kekeringan lebih baik dari kacang tanah tipe Spanish. Aksesori kacang tanah tipe Valencia: MLG 7726, Badak, Zebra, Sima, dan Singa (ICG 1697), dan tipe Spanish MLG 7622 (PI 407454), Jerapah dan Bison teridentifikasi toleran cekaman/kekeringan (Kasno dan Trustinah 2009). Beberapa aksesori lain: ICGV 86024, ICGV 86124, juga dilaporkan toleran terhadap kekeringan (Ntare *et al.* 2003).

b. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap cekaman kemasaman

Di luar Jawa, terutama di Sumatera, kacang tanah ditanam di lahan kering masam Ultisol yang umumnya memiliki pH rendah ($<5,5$), yang berkaitan dengan kadar Al tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan basa dapat di tukar dan KTK rendah, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni, peka erosi, dan miskin elemen biotik. Evaluasi 225 aksesori terhadap cekaman kemasaman dilakukan pada stadia kecambah. Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan tiga lingkungan: L1 (0 ppm Al, pH netral), L2 (0 ppm Al, pH 4), dan L3 (60 ppm Al, pH 4), dan dilakukan pewarnaan akar dengan menggunakan hematoksilin. Penelitian lapang dilakukan pada lahan masam Jasinga (Bogor) dengan kandungan Al tinggi (kejenuhan Al 91,5%) menggunakan dua lingkungan yaitu lingkungan masam dan lingkungan masam dengan penambahan kapur. Aksesori MLGA 0297 (ICG 1697), MLGA 0112 (PI 381622), MLGA 0301, MLGA 0292 (ICGV 87358), MLGA 0190, MLGA 0004, MLGA 0001, dan MLGA 306 (ICG 1703) teridentifikasi toleran terhadap kemasaman lahan dengan kejenuhan Al tinggi (Trustinah *et al.* 2009).

c. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*

Penyakit layu bakteri disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas (Ralstonia solanacearum)* merupakan penyakit utama. Penyakit ini sangat berbahaya bahkan dapat mengakibatkan

kegagalan panen. Kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit ini adalah penurunan hasil sebagai akibat menurunnya jumlah tanaman dipanen, dan penurunan kualitas biji apabila tanaman mampu bertahan hidup hingga panen. Kehilangan hasil akibat penyakit layu bakteri bervariasi tergantung ketahanan setiap varietas. Pada varietas yang sangat rentan, kehilangan hasil dapat mencapai 100%.

Evaluasi 150 aksesori dilakukan di rumah kaca dan lapang dengan menggunakan varietas Chico sebagai cek rentan. Varietas Gajah, Banteng, Tapir, Kidang, Tupai, Domba, Mahesa, Panther, Kancil, Anoa, dan Tuban tahan terhadap penyakit layu (Rahayu *dalam* Trustinah *et al.* 2009). Pengujian ketahanan 150 aksesori kacang tanah introduksi terhadap penyakit layu di daerah endemik layu di Tayu (Pati) dengan populasi bakteri *R. Solanacearum* yang tinggi $2,6 \times 10^6$ cfu/g mendapatkan 23 aksesori yang tergolong tahan dengan persentase tanaman layu di bawah 15%, sedangkan aksesori peka mencapai lebih dari 90% (Rahayu dan Nugrahaeni *dalam* Kasno *et al.* 2014).

d. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah tahan penyakit karat

Penyakit Karat merupakan penyakit penting pada kacang tanah yang disebabkan oleh cendawan *Puccinia arachidis* dan dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 57%. Pada umumnya gejala terdapat pada permukaan daun bawah yang berupa pustul berwarna coklat seperti karat besi.

Evaluasi 115 aksesori terhadap penyakit karat dilakukan di lapang dan di rumah kaca. Terdapat korelasi yang erat dan positif antara intensitas serangan pada pengujian di lapang dan di rumah kaca ($r=0,35^{**}$). Aksesori yang terindikasi tahan pada pengujian di lapang juga berpeluang tahan pada pengujian di rumah kaca. Terdapat 6 aksesori yang tergolong tahan dengan intensitas serangan di bawah 10%, yakni MLGA 0292, MLGA 0300, MLGA 0337, MLGA 0338, dan MLGA 0340 (Sumartini dan Trustinah 2010). Beberapa aksesori dari ICRISAT juga dilaporkan tahan terhadap penyakit karat, di antaranya ICGV 94361, ICG 10933, ICG 10963, ICG 10014, dan ICG 10918 (Upadhyaya *et al.* 2001; Ntare *et al.* 2003).

Penyakit daun lainnya adalah bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Cercospora spp.* Beberapa aksesori dilaporkan tahan terhadap penyakit bercak daun awal yakni ICGV 91225, ICGV 92099, ICGV 92087 (Ntare *et al.* 2003), dan tahan terhadap penyakit bercak daun akhir ICG 7756, ICG 8298, ICGV 88274, ICGV 92080 (Ntare *et al.* 2003).

e. Karakterisasi plasma nutfah kacang tanah umur genjah

Sebanyak 187 aksesori dievaluasi umur masakannya mulai umur 80, 85, 90, 95, dan 100 hari. Pada umur 80 hari, rata-rata polong muda sebanyak 61,5% yang dicirikan dengan kulit polong bagian dalam berwarna putih, 22% polong sudah agak tua, dan 16,5% polong telah menunjukkan kategori tua. Dengan menggunakan kriteria persentase jumlah polong yang menunjukkan bintik-bintik coklat hingga hitam pada kulit polong bagian dalam, teridentifikasi delapan genotipe tergolong berumur antara 80–85 hari dengan polong agak tua hingga polong tua di atas 75%. Kedelapan genotipe tersebut adalah MLGA 0042, MLGA 0237, MLGA 0238, MLGA 0243, MLGA 0487, MLGA 0516, MLGA 0536, dan MLGA 0572. Termasuk di dalamnya varietas Chico (MLG 0487) yang merupakan pembanding varietas umur genjah. Sebagian besar genotipe (171 genotipe) berumur antara 90–100 hari dengan persentase polong masak di atas 75%. Terdapat 8 genotipe yang pada umur 100 hari persentase polong masak di bawah 75%. Kedelapan

genotipe tersebut adalah MLGA 0181, MLGA 0540, MLGA 0066, MLGA 0283, MLGA 0455, MLGA 0264, MLGA 0356, MLGA 0357. Termasuk dalam kelompok umur ini di antaranya varietas Kelinci (MLGA 0181) yang tergolong kacang tanah tipe Valencia (Trustinah 2011).

Upadhyaya *et al.* (2006c) melaporkan keragaman sebanyak 21 asal lokal (*landraces*) kacang tanah yang memiliki umur segenjah Chico, namun memiliki hasil lebih tinggi serta memiliki polong dan biji lebih baik.

f. Karakterisasi untuk kandungan lemak dan asam lemak pada plasma nutfah kacang tanah

Sebagian besar lemak pada kacang tanah mengandung asam lemak tak jenuh terutama oleat dan linoleat yang sangat penting bagi kesehatan, karena dapat menurunkan kadar LDL-kolesterol dalam darah sehingga dapat mengurangi resiko penyakit jantung, dan dapat meningkatkan produksi insulin sehingga sangat bermanfaat bagi penderita diabetes mellitus (Vassiliou *et al.* 2009; O'Byrne *et al.* 1997 dalam Singkham *et al.* 2010). Selain itu, kandungan asam lemak tersebut juga berpengaruh terhadap stabilitas oksidasi biji. Biji kacang tanah dengan perbandingan oleat/linoleat (O/L rasio) yang tinggi akan memiliki stabilitas biji yang lebih lama sehingga ketengikan tidak cepat terjadi (Braddock *et al.* 1995).

Karakterisasi kandungan asam lemak kacang tanah dilakukan dengan menggunakan Gas Chromatography. Dari 50 aksesori yang dikarakterisasi untuk kadar lemak total, nilainya berkisar antara 36,4–46,5%. Aksesori MLGA 0389 memiliki kandungan lemak terendah yakni 36,40%, sedangkan MLGA 0474 memiliki kandungan lemak tertinggi 46,51%. Selain itu, aksesori kacang tanah yang dievaluasi juga memiliki kandungan asam lemak yang beragam. Asam oleat dan asam linoleat menempati komposisi tertinggi (70,8–85,4%) dari lemak total. Kandungan rata-rata asam oleat, linoleat, palmitat, behenat, dan arachidat masing-masing 37,7%, 41,2%, 12,5%, 3,6%, dan 3,0% dari total asam lemak. Kandungan asam oleat tertinggi pada MLGA 0261 (49,3%) dan asam linoleat tertinggi (48,9%) pada MLGA 0077. Perbandingan Oleat/Linoleat (O/L Rasio) tergolong rendah berkisar antara 0,66–1,38. Asam oleat memiliki korelasi negatif dengan asam linoleat ($-0,59^{**}$), asam palmitat ($-0,49^{**}$), dan asam behenat ($-0,45^{**}$) (Trustinah dan Kasno 2012). Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan asam oleat akan diikuti dengan penurunan kandungan asam linoleat, asam palmitat, dan asam behenat. Berdasarkan kandungan asam oleat, linoleat, palmitat, arakhidat, dan behenat terdapat tiga kelompok kacang tanah, yaitu kelompok I (19 genotipe) memiliki asam palmitat, linoleat, dan behenat di atas rata-rata, kelompok II (25 genotipe) mengandung asam oleat dan arakhidat di atas rata-rata, dan kelompok III (1 genotipe) dengan kandungan asam oleat tinggi asam lemak lainnya rendah. Varietas Gajah, Tapir, Turangga, Sima, Singa, Zebra, Panter, Tuban, dan Talam-1 termasuk dalam kelompok I, sedangkan varietas Badak, Landak, Jerapah dan Kancil masuk dalam kelompok II, dan MLGA 0261 termasuk kelompok III.

Dwivedi *et al.* (2000) mendapatkan kandungan asam oleat pada 10 genotipe yang berasal dari subsp. *fastigiata* dan subsp. *hypogaea* berkisar antara 37,33–57,04%, dengan O/L Rasio antara 0,94–2,51. Wang *et al.* (2009) melaporkan kandungan asam oleat pada var. *hypogaea* lebih tinggi dibandingkan var. *hirsuta* (491 vs. 377 g/kg), var. *vulgaris* lebih tinggi dari var. *aequatoriana* (437 vs. 402 g/kg). Dari 112 genotipe yang merupakan sebagian kecil koleksi (*mini core*) dari 7432 koleksi plasma nutfah kacang tanah di Amerika

Serikat (Dean *et al.* 2009) mempunyai O/L rasio antara 1,07–3,47%. SunOleic-97R dan Georgia-02C merupakan varietas kacang tanah dengan kandungan asam oleat tinggi, masing-masing 84,4% dan 79,5% dengan O/L Rasio 23,3 dan 25,2. Kedua varietas tersebut telah digunakan dalam studi pewarisan kacang tanah untuk asam oleat tinggi (Singhkam *et al.* 2010).

g. Evaluasi terhadap jamur *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus adalah jamur penghasil aflatoksin. Kontaminasi aflatoksin terjadi bila terdapat interaksi antara kacang tanah varietas peka, jamur *Aspergillus flavus* yang bersifat toksik dan lingkungan kondusif bagi jamur untuk memproduksi aflatoksin. Dengan demikian, penggunaan varietas kacang tanah tahan *A. flavus* merupakan salah satu cara untuk mencegah kontaminasi aflatoksin.

Upadhyaya *et al.* (2001) melaporkan bahwa aksesori kacang tanah ICGV 91278, ICGV 91283, ICGV 91284 merupakan aksesori yang tergolong tahan terhadap infeksi jamur *Aspergillus flavus*. Aksesori ICGV 91283 telah digunakan dalam pembentukan varietas kacang tanah di Balitkabi, sehingga diperoleh varietas Talam 1 (Kasno *et al.* 2011). Genotipe kacang tanah lainnya yang tergolong agak tahan *A. flavus* adalah ICGV 91234, ICGV 90129, ICGV 91015; ICGV 94095, ICGV 87935 (Trustinah *et al.*, 2004). Sedangkan aksesori yang toleran terhadap kontaminasi aflatoksin adalah ICGV 88274, ICGV 89063, ICGV 89112 (Ntare *et al.* 2003).

h. Toleransi terhadap salinitas

Salinitas di masa mendatang menjadi masalah serius dalam produksi tanaman pangan khususnya pada daerah-daerah yang terletak di dekat pantai. Hal ini disebabkan intrusi air laut akibat bencana alam seperti tsunami, rob akibat pengaruh pasang surut air laut, dan pencemaran limbah industri. Dampak salinitas pada lahan ber kandungan garam tinggi akan semakin parah bila terjadi pada musim kemarau. Salinitas tinggi ditandai dengan kandungan garam yang tinggi pada tanah atau lahan pertanian sehingga dapat mengganggu pertumbuhan dan hasil tanaman. Semakin tinggi konsentrasi garam-garam ini pada larutan tanah, semakin tinggi pula daya hantar listrik (DHL) larutan tanah. Tanah dengan daya hantar listrik >4 dS/m tergolong tanah salin.

Pengaruh salinitas menyebabkan tanaman mengalami nekrosis dan klorosis serta penurunan bahan kering dan hasil. Beberapa aksesori yang dilaporkan toleran terhadap salinitas di antaranya ICGV 97257, ICGV 87119, ICG 7355, ICGV 92243, ICGV 87187, ICG 3027, ICGV 86155, ICG 76, ICG 5195, ICGV 00309, ICG 6892, ICGV 93382, ICGV 97254, dan ICG 11651 (Srivastara 2006).

Rejuvinasi

Rejuvinasi bertujuan untuk memperbanyak benih materi koleksi agar daya tumbuh dan vigor tumbuh tetap tinggi untuk keperluan penyimpanan, penelitian, analisis kandungan kimia, uji 'screening' terhadap berbagai hama, penyakit, atau lingkungan sub-optimal, atau penyediaan benih untuk dipertukarkan. Kegiatan tersebut merupakan proses yang sangat penting karena menyangkut resiko terhadap integritas genetik akibat tekanan seleksi, silang dan campuran mekanik, dan beberapa faktor lain. Oleh karenanya, dalam rejuvinasi perlu dipertahankan komposisi genetik materi koleksi agar tidak mengalami perubahan komposisi genetik. Pekerjaan ini menuntut ketelitian agar tidak terjadi percami-

puran dan pertukaran kode nomor koleksi. Di dalam pembaharuan benih, pengenalan identitas aksesori dilakukan menggunakan penciri berupa karakter kualitatif. Sedangkan nilai tengah dan ragam digunakan sebagai penilai penciri karakter kuantitatif.

Beberapa langkah yang diperlukan dalam pemeliharaan sumber daya genetik kacang tanah menurut Upadhyaya *et al.* (2006), adalah: (i) kacang tanah ditanam pada tanah ringan berdrainase, (ii) minimum 160 tanaman hidup untuk mempertahankan integritas genetik, (iii) verifikasi identitas aksesori pada setiap periode tumbuh untuk membuang tanaman yang off type atau terserang penyakit, (iv) panen pada kematangan yang optimum untuk mendapatkan biji yang sehat, (v) hindari penjemuran polong segar dari paparan sinar matahari yang sangat terik (suhu $>40^{\circ}\text{C}$) untuk mempertahankan viabilitas benih di dalam penyimpanan, (vi) hindari kerusakan selama sortasi dan pengupasan polong, (vii) simpan benih sesuai dengan kadar air yang telah diperlukan, dan (viii) monitoring stok biji, daya tumbuh secara teratur untuk keperluan regenerasi.

Rejuvenasi dilakukan berdasarkan kemampuan ruang simpan untuk mempertahankan daya tumbuh dan vigor benih. Pada kacang tanah, untuk mendapatkan jumlah biji yang ideal untuk penyimpanan tidaklah mudah karena tingkat multiplikatifnya hanya sekitar 10 kali, dan volumenya yang cukup besar dibandingkan biji kedelai atau kacang hijau. Oleh karenanya rejuvenasi dilakukan secara bertahap disesuaikan dengan ketersediaan lahan, ruang simpan, dan diprioritaskan untuk aksesori yang jumlahnya sedikit dan daya tumbuhnya sudah menurun. Pembaharuan benih bahan koleksi perlu dilakukan secara teratur dari waktu ke waktu bila daya tumbuhnya sudah turun di bawah 65%. Peremajaan dengan menanam kembali di lapang pada lingkungan budidaya yang optimal sehingga diperoleh kualitas dan vigor biji yang optimal, dan tidak dilakukan seleksi (Upadhyaya *et al.* 2008). Regenerasi aksesori dalam koleksi dasar harus memperoleh prioritas di atas aksesori dalam koleksi aktif.

Pemantauan viabilitas benih dilakukan secara berkala, dengan interval pemantauan tergantung pada spesies, viabilitas benih pada awal penyimpanan atau dalam tes sebelumnya, dan kondisi penyimpanan. Pemantauan dilakukan dengan uji perkecambahan pada ukuran sampel tetap dengan terlebih dahulu mengidentifikasi dan menyiapkan daftar aksesori yang membutuhkan pengujian kelayakan secara bulanan, dengan menggunakan sistem dokumentasi bank gen.

Keluarkan botol aksesori yang akan direjuvenasi dari ruang penyimpanan utama ke ruang antara agar suhu tidak turun secara drastis, dan diamkan semalam pada suhu kamar sebelum benih dikeluarkan dari botol. Buka botol dan ambil sampel benih yang dibutuhkan untuk pengujian dan tutup kembali. Selanjutnya benih ditanam di lapang pada kondisi lingkungan yang optimal sehingga tanaman terhindar dari cekaman biotik maupun abiotik. Rejuvenasi sebaiknya tidak dilakukan pada musim hujan dikarenakan proses pengeringan polong dapat terhambat yang dapat mengakibatkan kualitas polong dan biji kacang tanah menjadi kurang optimal. Benih yang dihasilkan di lapangan harus cepat diproses, dikemas dalam wadah yang sesuai dan disimpan sesegera mungkin.

Konservasi

Konservasi atau pelestarian sumber daya genetik pada hakekatnya adalah mempertahankan daya hidup spesies/varietas tanpa mengubah identitasnya selama mungkin. Dengan demikian sumber gen yang terkandung di dalam koleksi plasma nutfah akan dapat digunakan sewaktu-waktu bila diperlukan dalam program pemuliaan berkelanjutan.

Menjaga identitas genetik, yang merupakan prioritas utama seorang kurator bank gen, dapat dicapai dengan menyimpan benih asli (atau dari perbanyakan awal) sebagai koleksi dasar (*base collection*) dalam kondisi jangka panjang dalam jumlah yang cukup. Jika bank gen memiliki fungsi distribusi, maka dilakukan sistem penyimpanan dua langkah untuk menghindari regenerasi diulang, dan memelihara koleksi aktif (*active collection*) sampel dalam kondisi jangka menengah. Dalam sistem ini, dua sampel benih terpisah dipertahankan satu untuk koleksi dasar dan yang lainnya untuk distribusi yang disimpan pada koleksi aktif atau koleksi kerja (*working collection*). Permintaan benih dipenuhi dengan mendistribusikan sampel penyimpanan jangka menengah sampai benih akan segera habis atau viabilitas benih mulai menurun. Kemudian sebagian benih dari penyimpanan jangka panjang diambil untuk diperbanyak dan disimpan dalam penyimpanan jangka menengah untuk distribusi lebih lanjut. Siklus ini diulang sampai biji dalam penyimpanan jangka panjang akan segera habis atau viabilitas benih telah menurun. Selanjutnya benih dalam jangka panjang digunakan untuk regenerasi, dan benih segar yang dihasilkan digunakan baik untuk mengisi stok benih pada penyimpanan jangka menengah dan penyimpanan dalam jangka panjang.

Untuk sumber daya genetik yang memiliki biji ortodok seperti kacang tanah, pengelolaan bahan genetik dilakukan dengan sistem dua langkah, yakni menyimpan benih di ruang dingin dengan memperhatikan ukuran contoh benih minimal dan dilakukan peman-tauan viabilitas benih secara periodik. Pemantauan meliputi kualitas (daya tumbuh) dan kuantitas dari setiap aksesi yang disimpan untuk menentukan kapan rejuvenasi dan perbanyakan diperlukan. Interval pemantauan tergantung spesies tanaman, kondisi penyimpanan (kadar air biji dan suhu) serta daya tumbuh biji saat disimpan. Pengujian secara berkala sangat penting untuk kelangsungan operasi dari bank gen karena memungkinkan mengontrol erosi genetik selama penyimpanan.

Penyimpanan Jangka Panjang

Penyimpanan jangka panjang (>10 tahun) menggunakan *cold storage* bersuhu -4°C hingga -20°C , terutama untuk "koleksi dasar" (*base collection*). Benih pada koleksi dasar hanya digunakan untuk rejuvenasi/regenerasi dan tidak digunakan untuk kegiatan distribusi. Untuk aksesi yang homogen seperti kacang tanah, ukuran aksesi yang harus disimpan sebaiknya 3000–5000 biji. Daya tumbuh benih yang akan disimpan minimum 85%, disimpan dalam kantong aluminium foil standar yang divakum, dengan kadar air biji 3–7% (Maggioni *et al.* 2003; Rao *et al.* 2006; Upadhyaya *et al.* 2008). Untuk benih-benih yang disimpan pada suhu di bawah 0°C harus memiliki kadar air dalam keseimbangan dengan kelembaban nisbi ruang 70% atau lebih rendah. Dengan demikian kadar air bebas di dalam jaringan tidak membentuk kristal-kristal es selama penyimpanan jangka panjang di ruang bersuhu di bawah titik beku.

Menurut Upadhyaya *et al.* (2008), untuk koleksi dasar yang memiliki daya tumbuh saat awal penyimpanan di atas 95%, daya tumbuh benih dapat dimonitor setiap 10 tahun, sedangkan untuk daya tumbuh 85–95% dimonitor setiap 8 tahun, dan daya tumbuh di bawah 85% dimonitor setiap 5 tahun. FAO/IPGRI Genebank Standards merekomendasikan pemantauan pertama dapat dilakukan setelah 10 tahun biji disimpan pada koleksi dasar pada suhu penyimpanan (-18°C) dengan daya tumbuh awal (>90%). Sastry *et al.* (2003) mengevaluasi 990 aksesi kacang tanah yang telah disimpan selama 10 tahun pada suhu -18°C , kadar air biji 4%, dan viabilitas awal rata-rata 98,2%. Setelah disimpan 10

tahun, viabilitas rata-rata menjadi 96,5% dan beragam antarvarietas. Aksesori-aksesori pada varietas *hypogaea* dan *fastigiata* lebih stabil selama penyimpanan dibandingkan pada varietas *peruviana* dan *vulgaris* yang membutuhkan regenerasi lebih cepat pada penyimpanan sebagai koleksi dasar.

Penyimpanan Jangka Menengah

Koleksi yang sering diakses merupakan koleksi aktif (*active collection*) dan disimpan atau dipertahankan pada penyimpanan jangka menengah pada suhu 4 °C dan kelembaban 20–30%. Daya tumbuh benih yang akan disimpan minimum 80%, dengan ukuran aksesori tergantung pada permintaan aksesori. Untuk aksesori yang sering diminta dapat disimpan dalam jumlah yang lebih besar dari pada yang lain. Pada kacang tanah biasanya sebanyak 1,5 kg polong. Pada kondisi penyimpanan yang baik, koleksi aktif kacang tanah dengan viabilitas di atas 95% dapat dipantau setiap 8 tahun, aksesori dengan viabilitas antara 85–95% dipantau setiap 5 tahun dan aksesori yang viabilitasnya di bawah 85% dipantau setiap 3 tahun (Upadhyaya *et al.* 2008). Pada kondisi penyimpanan yang kurang baik seperti suhu yang berfluktuasi akibat listrik padam, maka diperlukan interval peman-tauan yang lebih pendek lagi.

Untuk biji-biji yang daya simpannya tidak lama, termasuk biji-biji yang berminyak (*oily seed*), pemantauan dapat dilakukan setiap lima tahun. Daya simpan biji tergantung kualitas biji, kadar air, dan suhu selama penyimpanan. Penyimpanan jangka menengah (± 5 tahun) menggunakan ruang pendingin (*cold storage*) bersuhu ± 4 °C, terutama untuk koleksi aktif yang ditujukan untuk perbanyak dan memenuhi permintaan. Biji disimpan dalam botol atau wadah plastik tertutup dengan kelembaban relatif 30% dan kadar air biji 7–10%. Penyimpanan plasma nutfah kacang tanah dalam bentuk polong untuk jangka menengah (4 °C dan kelembaban relatif 30%) juga dilakukan di ICRISAT (Rao *et al.* 2002; Upadhyaya *et al.* 2008). Penyimpanan dalam bentuk polong memiliki waktu simpan yang lebih panjang, namun memerlukan biaya yang sangat besar dikarenakan memerlukan volume ruang simpan yang besar, sehingga penyimpanan dalam bentuk biji lebih efisien (Rao dan Sastry 2002).

Untuk penyimpanan benih jangka panjang, Balitkabi memiliki 1 unit *cold storage* dengan volume 8 m³, suhu dapat diatur hingga –10 °C dan kelembaban maksimal 70%. Sedangkan untuk penyimpanan benih jangka menengah tersedia 2 unit chiller, suhunya dapat diatur hingga 5 °C dan kelembaban hingga 25%. Seluruh koleksi plasma nutfah kacang tanah disimpan di ruang penyimpanan tersebut menggunakan wadah toples, botol gelas tertutup rapat, atau amplop benih terbuat dari aluminium yang diisi benih dalam keadaan hampa udara. Pada kondisi saat ini, viabilitas benih yang tinggi hanya dapat dipertahankan antara 2–5 tahun, karena benih kacang tanah relatif lebih cepat merosot viabilitasnya dibandingkan kacang hijau.

Penyimpanan Jangka Pendek

Penyimpanan jangka pendek dipertahankan pada suhu 18–20 °C dan kelembaban relatif 30–40%. Ruangan ini juga digunakan untuk pengeringan dan pengolahan benih sebelum dipindahkan ke tempat penyimpanan jangka menengah. Ruang ini juga digunakan untuk penyimpanan jangka pendek koleksi kerja dan benih varietas populer. Koleksi kerja disimpan dalam wadah plastik berkapasitas sekitar 2 kg.

Di Balitkabi tersedia pula ruang ber-AC yang dilengkapi dengan pengatur kelembaban udara. Ruang ini digunakan untuk menyimpan separuh benih hasil peremajaan sebelum dipindah ke ruang penyimpanan jangka menengah dan digunakan untuk penelitian, pertukaran dan lain-lain. Benih-benih hasil perbanyak yang baru dikoleksi dan belum diidentifikasi juga disimpan di ruang ini.

Dokumentasi

Dokumentasi adalah kodifikasi mengenai jatidiri (identitas) suatu aksesori dalam plasma nutfah. Dokumentasi sangat penting dalam pengelolaan sumber daya genetik sehingga pemanfaatannya menjadi efisien dan efektif. Koleksi sumber daya genetik baru disertai dengan upaya pengenalan varietas yang bersangkutan (karakterisasi) merupakan langkah pertama dalam pengelolaan plasma nutfah. Informasi yang diperoleh melalui pengamatan karakter kualitatif dan kuantitatif didokumentasi dan diterbitkan dalam bentuk katalog plasma nutfah. Dokumentasi hasil kegiatan karakterisasi/identifikasi perlu dilakukan karena perencanaan kegiatan memerlukan data awal, bertambahnya data hasil karakterisasi atau identifikasi plasma nutfah memberikan informasi baru yang perlu didokumentasikan, penelusuran sumber gen yang dibutuhkan dalam kegiatan pemuliaan, dan pertukaran informasi antarlembaga di dalam dan luar negeri akan lebih mudah dan cepat dengan adanya pangkalan data.

Data hasil kegiatan sumber daya genetik dimasukkan ke dalam program MS Excell, selanjutnya dimasukkan dalam program SIPNP (MS Access) dan dicetak dalam bentuk katalog. Informasi dalam katalog meliputi pasport data yang berisi deskripsi asal sumber daya genetik, data sifat kualitatif dan kuantitatif hasil kegiatan karakterisasi, dan data hasil evaluasi untuk cekaman biotik, abiotik dan mutu hasil.

PEMANFAATAN SUMBER DAYA GENETIK DALAM PEMBENTUKAN VARIETAS UNGGUL

Plasma nutfah atau sumber daya genetik dalam pembentukan varietas unggul berfungsi sebagai cadangan varietas dan bahan perbaikan varietas. Pengelolaan sumber daya genetik dinilai berhasil apabila dapat menyediakan bahan yang dapat digunakan dalam pembentukan varietas unggul. Pemanfaatan sumber daya genetik dalam program perbaikan varietas dapat dilakukan dengan pemanfaatan secara langsung aksesori plasma nutfah elit baik yang berasal dari lokal maupun introduksi, pemurnian, atau melalui persilangan dengan menggunakan aksesori yang spesifik dan adaptif untuk suatu sifat tertentu.

Pada kacang tanah, beberapa varietas lokal telah dilepas sebagai varietas unggul karena memiliki keunggulan tertentu, seperti tahan layu, umur genjah, atau keunggulan spesifik lain. Pemuliaan untuk mendapatkan kacang tanah yang berdaya hasil tinggi dan tahan terhadap penyakit layu telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu dan diperoleh Schwarz 21 yang tahan penyakit layu dan seleksi dari keturunannya telah dihasilkan beberapa varietas kacang tanah seperti Gajah, Kidang, Macan, dan Banteng. Varietas-varietas tersebut dilepas pada tahun 1950. Varietas-varietas unggul lama tersebut biasanya telah beradaptasi cukup lama di suatu daerah sehingga masyarakat menyebutnya sebagai varietas lokal. Varietas Lokal Tuban, dievaluasi dan dilakukan seleksi masa, dan galur hasil seleksi dilepas sebagai varietas lokal Tuban. Beberapa varietas lokal lainnya adalah Jepara, Bima, Citayam, dan Krentil (Nugrahaeni *et al.* 2002; Prasetyono 2003; Kasno *et*

al. 2004). Melepas varietas lokal sebagai varietas unggul memiliki beberapa keuntungan antara lain: benih telah tersedia, karakter yang bernilai ekonomi telah diterima pengguna dan menjadi kebanggaan daerah yang melepas. Salah satu kelemahan kacang tanah varietas lokal adalah tidak tahan terhadap serangan penyakit daun terutama penyakit karat dan bercak daun.

Pembentukan varietas unggul baru (VUB) kacang tanah diutamakan dengan memperbaiki kekurangan varietas lokal. Alasannya adalah: varietas lokal telah lama dikenal petani dan benihnya tersedia, sehingga VUB yang dibentuk mudah diterima petani. Varietas Jerapah, Sima, Domba, Talam 1, HypoMa 1, HypoMa 2, Takar 1, Takar 2, Talam 2, dan Talam 3 adalah contoh VUB kacang tanah dengan menggunakan induk betina varietas lokal (Kasno *et al.* 2001a; Kasno *et al.* 2001b; Purnomo *et al.* 2004; Kasno *et al.* 2011). Kontribusi plasma nutfah kacang tanah dalam pembentukan varietas unggul langsung atau secara tidak langsung, disajikan pada Tabel 6–8.

Tabel 6. Pemanfaatan varietas lokal kacang tanah sebagai varietas unggul.

Nama Varietas	Tahun Dilepas	Keunggulan
Varietas swatcz 21	1937	Tahan layu
Gajah	1950	Tahan layu
Kidang	1950	Tahan layu
Macan	1950	Tahan layu
Banteng	1950	Tahan layu
Varietas lokal Jepara	1989	Umur genjah
Varietas lokal Bima	2001	Berbiji tiga
Varietas lokal Tuban	2003	Adaptif pada tanah alkalis
Varietas Garuda Biga (Lokal Citayam)	2003	Berbiji tiga
Varietas Garuda Dua (Krentil/Lokal Blitar)	2003	Tahan layu
Nama Varietas	Tahun didaftarkan di PVT	
Lokal Bogor (Bogor)	2005	
Tigo Ampek (Pasaman Barat)	2008	
Situraja DM1 (Sumedang)	2009	
Sandle (Sumba Timur)	2009	
Lemola (Maluku Barat Daya)	2011	

Tabel 7. Pemanfaatan varietas introduksi kacang tanah sebagai varietas unggul.

Nama Varietas	Tahun	Asal	Keunggulan
Kelinci	1987	Acc-12	Tahan layu, karat, bercak daun
Komodo	1991	Acc-3 (CES 103)	Cocok untuk lahan kering
Biawak	1991	Acc-23 (F334-33)	Agak tahan layu
Zebra	1992	MGS 9-2-5/NC 3033-4B-9	Responsif thd perbaikan lingkungan
Singa	1998	ICG 1697	Tahan karat, toleran kekeringan
Turangga	2001	ICGV 87358	Toleran kekeringan dan naungan
Kancil	2001	ICGV 86031	Tahan layu, toleran klorosis

Tabel 8. Pemanfaatan varietas lokal dan introduksi dalam pembentukan varietas unggul kacang tanah.

Nama Varietas	Tahun	Tetua Betina	Tetua jantan	Keunggulan
Rusa, Anoa	1983	Gajah	PI 350680	Tahan layu
Tapir, Pelanduk	1983	Kidang	Virginia Bunch Improved	Tahan layu
Tupai	1983	US 26	Kidang	Tahan layu
Mahesa	1991	PI 350680	Kidang	Tahan layu
Jerapah	1998	Lokal Majalengka	ICGV 86021	Toleran kekeringan dan adaptif lahan kering masam
Sima	2001	Lokal Majalengka	ICGV 87165	Toleran kekeringan dan adaptif lahan kering masam
Bison	2004	Kelinci	SHM2	Agak tahan penyakit karat, umur genjah
Domba	2004	Gajah	ICGV 259747	Agak tahan karat dan BD
Talam 1	2010	Jerapah	ICGV 91283	Adaptif lahan kering masam dan toleran <i>A. flavus</i> , agak tahan kutu kebul (<i>Bemisia tabaci</i>)
HypoMa 1, HypoMa 2	2012	Lokal Lamongan	Lokal Tuban	Agak tahan penyakit layu
Takar 1	2012	Macan	ICGV 91234	Tahan penyakit karat
Takar 2	2012	Lokal Muneng	ICGV 92088	Tahan penyakit karat
Talam 2, Talam 3	2014	Gajah	ICGV 92088	Toleran lahan kering masam, tahan penyakit karat

PENUTUP

Plasma nutfah memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan saat ini dan masa depan terutama pada program perbaikan tanaman. Koleksi plasma nutfah dapat dianggap sebagai populasi dasar, yang perlu memiliki keragaman genetik yang luas untuk sifat-sifat yang diperbaiki. Keragaman tersebut dapat ditimbulkan dari koleksi varietas liar, varietas lokal, introduksi, varietas unggul lama atau baru, mutan, galur-galur homosigot hasil persilangan, dan genus-genus yang sama. Untuk itu koleksi plasma nutfah yang ada perlu dilestarikan sehingga musnahnya aksesori plasma nutfah yang diikuti oleh hilangnya gen-gen berguna yang terkandung di dalamnya dapat dihindari. Melalui kegiatan koleksi, karakterisasi, evaluasi, dan konservasi plasma nutfah maka gen-gen pengatur karakter dapat dikenali, dilestarikan, didokumentasi dan didayagunakan secara optimal dan efisien melalui sistem informasi dan dokumentasi yang handal.

Dari kegiatan plasma nutfah kacang tanah telah tersedia dan teridentifikasi beberapa aksesori yang dapat digunakan sebagai bahan untuk program perbaikan varietas. Pengelolaan plasma nutfah yang meliputi: koleksi, karakterisasi, evaluasi, konservasi, dan dokumentasi yang mampu menyediakan informasi dan benih, serta tersedianya aksesori yang memiliki karakter spesifik akan berdampak besar bagi efektifitas dan akselerasi pertukaran informasi plasma nutfah, dan aksesori plasma nutfah yang akan menunjang percepatan program pemuliaan tanaman dalam menghasilkan varietas unggul yang bernilai ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. Badan Pusat Statistik. 2012. Produksi Tanaman Pangan 2012. http://www.bps.go.id/tab_sub. diakses. [17 Januari 2013].
- FAO. Food and Agriculture Organization. 2012. FAOSTAT:Top production-Groundnut, with shell-2012. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx> diakses 23 Februari 2014.
- Boote, K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Sci. 9:35–39.
- Braddock, J.C, C.A., Sims, and S.F., O'Keefe. 1995. Flavor and oxidative stability of roasted high oleic peanut. J. Food Sci. 60:489–493.
- Brown, A.H.D. 1989. Core collections: a practical approach to genetic resources management. Genome 31: 818–824.
- Chapman C. 1989. Principles of germplasm evaluation. p.55–63. In Stalker, H. T., and C. Chapman (Eds.). Scientific Management of Germplasm: Characterization, Evaluation and Enhancement. IBPGR Training Courses: Lecture Series. 2.
- Dean L.L., K.W., Hendrix, C.C., Holbrook, T.H., Sanders. 2009. Content of some nutrients in the core of the peanut germplasm collection. Peanut Sci. 36:104–120.
- Dwivedi SL, S.N., Nigam, and R.C. Nageswara Rao. 2000. Photoperiod effect on seed quality traits in peanut. Crop Sci. 40:1223–1227.
- Gopal K, R. Jagadeswar, G. Prasad Babu, H.D. Upadhyaya. 2004. Sources of resistance to bud necrosis disease in groundnut. Internat Arachis Newsletter 24:36–68.
- Holbrook, C.C. 2003. Peanut Breeding and Genetic Resources. p.297–316. In J. Janick (Eds.). Plant Breeding reviews, Vol. 22. John Wiley & Sons.
- Holbrook C.C., and H.T. Stalker. 2003. Peanut breeding and genetic resources. In J. (ed.) Plant Breed. Rev. Vol. 22: 297–356.
- Holbrook C.C., and W. Dong. 2005. Development and evaluation of a minicore collection for the US Peanut germplasm collection. Crop Sci. 45:1540–1544.
- IBPGR. 1985. Descriptors of groundnut (revised). IBPGR-ICRISAT, Rome, Italy.
- ILETRI. 2007. Germplasm catalogue of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Germplasm Unit, Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute. Malang. 68p.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, Sumartini, dan Trustinah. 2001a. Pembentukan varietas kacang tanah hasil stabil dan beradaptasi luas. Studi kasus varietas Jerapah. Bul. Palawija. No.1:1–14.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, Trustinah dan Sumartini. 2001b. Kacang tanah varietas Sima tahan cekaman biotik dan abiotik. Hlm. 192–204. dalam A. Kasno et al. (Peny.). Pros. Simposium Pemuliaan VI. Kontribusi Pemuliaan dalam Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan. Peripi, Malang.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, dan A. Taufiq. 2001c. Kancil, varietas kacang tanah toleran kahat besi. Hlm. 490–501. Pros. Kongres IV dan Simp. Nasional PERIPI di Yogyakarta 23–24 Oktober 2001.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni dan J. Purnomo. 2002. Kacang tanah varietas Turangga adaptif pada cara tanam tumpangsari. Hlm. 421–438 dalam Tastra I K et al. (Peny.) Pros. Seminar Peningkatan Produktivitas, Kualitas, Efisiensi dan Sistem Produksi Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis. Puslitbangtan.
- Kasno, A., Trustinah, dan J. Purnomo. 2004. Kacang tanah varietas Tuban. hlm. 404–414. dalam S. Hardaningsih et al. (Eds.). Pros. Seminar Teknologi Inovatif Agribisnis kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan. Puslitbangtan.
- Kasno, A., Trustinah, N. Nugrahaeni, dan J. Purnomo. 2006. Pembeda kelompok kacang tanah introduksi. Hlm. 217–224. Pros. Kongres V dan Simposium Nasional Peripi: Pemuliaan sebagai Pendukung Kemandirian dan Ketahanan Pangan 2020. Purwokerto.

- Kasno, A. dan Trustinah. 2009. Seleksi genotipe kacang tanah toleran kekeringan pada stadia kecambah dan reproduktif. *Jurnal Pen. Pert.* 28 (8): 50–57.
- Kasno, A., Trustinah, J. Purnomo, and Sumartini. 2011. Seed coat resistance of groundnut to *Aspergillus flavus* and their stability performance in the field. *Agrivita J. of Agric. Sci.* 3(2): 53–62.
- Kasno, A., T.S. Wahyuni, dan Suhartina. 2014. Pengelolaan dan pemberdayaan sumber daya genetik aneka kacang dan umbi. Laporan Akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2013. Balitkabi, Malang.
- Konopka, G., and J. Hanson. 1985. Documentation of genetic resources: information handling system for genebank management. IBPGR, Rome.
- Maggioni, L., S. Giergiev, and Lipman (Compilers). 2003. Arachis genetic resources in Europe. European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks ECPGR. *Ad hoc Meeting*, 15–16 November 2002, Plovdiv, Bulgaria.
- Ntare BR, F. Waliyar, and H.Y. Bissala. 2003. Revitalization of groundnut production in West and central Africa: Partnership between ICRISAT, the CFC, FAO, NARS, and CIRAD. *Internat. Arachis Newsletters*. 23:12–16.
- Nugrahaeni, N., A. Kasno, J. Purnomo, M. Zairin, dan H. Sembiring. 2002. Bima, varietas kacang tanah berbiji tiga. Hlm. 382–388. *dalam* Yusuf M *et al.* (Eds.). Pros. Seminar: Teknologi inovatif tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung ketahanan pangan. Puslitbangtan, Bogor.
- Peanut Crop Germplasm Committee. 2003. Report on the Status of *Arachis* Germplasm in the United States. pp.70.
- Pittman, Roy N. (eds.). 1995. United States Peanut Descriptors. U.S. Departement of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-132, 18 pp.
- Prasetyono J. 2003. Varietas kacang tanah baru: Garuda Biga dan Garuda Dua. *Warta Balitbio* No. 22:1–2.
- Purnomo, J., N. Nugrahaeni, Trustinah, dan A. Kasno. 2004. Domba, varietas unggul kacang tanah tahan penyakit daun, toleran klorosis, tahan *Aspergillus flavus*. Hlm. 179–187. *dalam* Makarim A.K. *et al.* (Peny.). Kinerja Penelitian mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan, Bogor.
- Rahayu, M. 2009. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah tahan penyakit layu bakteri *Pseudomonas (Ralstonia solanacearum)*. *dalam* Trustinah, A. Kasno, A. Wijnarko, H. Kuswantoro, R. Iswanto, dan M. Rahayu. (Peny.) Evaluasi plasma nutfah kacang-kacangan toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik. *Dalam* Laporan Akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2008. Balitkabi, Malang.
- Rajgopal, K., K. Chandran, N.R. Bhagat, and Bhlmodia. 1997. Morphological characterization of Valencia and Virginia bunch peanut (*Arachis hypogaea* L.) germplasm. *Plant Genetic Resources Newsletter*. No. 109:27–29.
- Rao, V.R. and U.R. Murthy. 1994. Botany-morphology and anatomy of groundnut., pp.43–95. *In* Smart, J. (Ed). The groundnut Crop. Chapman & Hall, London.
- Rao, NK, B. Koo, and D.V.S.S.R. Sastry. 2002. Pod and seed storage: Cost-benefit study for groundnut germplasm conservation. *International Arachis Newsletters IAN* 22:10–12.
- Reddy, L.J., S.N. Nigam, R.C. Nageswara Rao, and N.S. Reddy. 2001. Registration of ICGV 87354 peanut germplasm with drought tolerance and rust resistance. *Crop Sci.* 41(1):274–275.
- Reddy, L.J., S.N. Nigam, P. Subrahmanyam, F.M. Ismael, N. Govinden, and V.J.A. van der Merwe. K.W. Riley, V. Ramanatha Rao, Z. Ming-de, and P. Quek. 1996. Characterization and evaluation of plant genetic resources-Present status and future challenges. The fourth MAFF International Workshop on Genetic Resources, Japan Oct 22–24, 1996.

- Riley, K.W., V. Ramanatha Rao, Z. Ming-De, and P. Queek. 1996. Plant genetic resources: characterization and evaluation of plant genetic resources. The Fourth Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan International Workshop on Genetic Resources. October 22–24, 1996. Tsukuba, Japan. 12p.
- Sastry, D.V.S.S.R., N.K. Rao, and H.D. Upadhyaya. 2003. Groundnut germplasm seed viability after ten years of storage as base collection. *International Arachis Newsletters IAN* 23:7–9.
- Singh, A.K. and C.E. Simpson. 1994. Biosystematics and genetic resources. p.96–137. *In* Smartt J. (Eds.). *The Groundnut Crop*. Chapman & Hall. London.
- Singkhom, N., S. Joglo, T. Kesmala, P. Swatsitang, P. Jaisil, N. Puppala, A. Patanothai. 2010. Estimation of heritability by parent-offspring regression for high-oleic acid in peanut. *Asian J. of Plant Sci.* 9(6):358–363.
- Srivastara, N. 2006. Identification and field-testing of salinity tolerant groundnut in saline areas of India. Progress Report for IFAR. ICRSISAT, India. pp.5.
- Subrahmanyam, P., D. McDonald, F. Waliyar, L.J. Reddy, S.N. Nigam, R.W. Gibbons, V. Ramanatha Rao, A.K. Singh, S. Pande, P.M. Reddy, and P.V. Subba Rao. 1995. Screening Methods and Sources of Resistance to Rust and Late Leaf Spot of Groundnut. ICRISAT, India.
- Sumarno. 2007. Menuju sistem pengelolaan plasma nutfah tanaman secara adil dan bermanfaat. *Zuriat* 18(1):63–68.
- Sumartini dan Trustinah. 2010. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah tahan penyakit karat. *Dalam* Trustinah, Saleh N, Sumartini, dan Hardaningsih S. (Peny.). Evaluasi plasma nutfah kacang-kacangan toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik. Laporan Akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2009. Balitkabi, Malang.
- Trustinah, A. Kasno, Sumartini, Moedjiono, J. Purnomo, dan N. Nugrahaeni. 2004. Karakteristik plasma nutfah kacang tanah dan potensinya dalam pembentukan varietas unggul. Hlm. 188–197. *dalam* Makarim AK *et al.* (Peny.). *Kinerja Penelitian mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Puslitbangtan, Bogor.
- Trustinah, A. Kasno, dan N. Nugrahaeni. 2006. Pengelompokan plasma nutfah kacang tanah varietas lokal dengan teknik peubah ganda, hlm. 23–32. *dalam* Suharsono *et al.* (Peny.). *Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan*. Balitkabi Malang.
- Trustinah, A. Kasno, dan A. Wijanarko. 2009. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap lahan masam. *J. Pert. Tan. Pangan.* 28(3): 183–191.
- Trustinah. 2011. Penentuan umur masak plasma nutfah kacang tanah. Hlm. 470–477. *Dalam* Adi Widjono *et al* (Peny.). *Pros. Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat sukses Kementrian Pertanian*. Puslitbangtan.
- Trustinah dan A. Kasno. 2012. Kandungan asam lemak beberapa genotype kacang tanah. *J. Pen. Pert. Tan. Pangan* 31(3): 145–151.
- Upadhyaya, H.D., S.N. Nigam, S. Pande, A.G.S. Reddy, and N. Yellaiah. 2001a. Registration of early-maturing, moderately resistant to rust peanut germplasm ICGV 94361. *Crop Sci.* 41(2): 598–599.
- Upadhyaya, H.D., S.N. Nigam, V.K. Mehan, A.G.S. Reddy, and N. Yellaiah. 2001b. Registration of *Aspergillus flavus* seed infection resistant peanut germplasm ICGV 91278, ICGV 91283, and ICGV 91284. *Crop Sci.* 41(2): 599–600.
- Upadhyaya, H.D., S.N. Nigam, A.G.S. Reddy, and N. Yellaiah. 2002. Registration of early-maturing, rust, late leaf spot, and low temperature tolerant peanut germplasm line ICGV 92267. *Crop Sci.* 41(6): p.221.
- Upadhyaya, H.D., R.P.S. Pundir, S. Singh, and C.L.L. Gowda. 2006. Procedures and protocols to maintain purity and viability of peanut (groundnut) germplasm. p.73–78. *In* Rao, C.N.R., G. Wright, L. Kuniata, and A. Ramakrishna (Eds.). *Improving yield and economic viability*

- of peanut production in Papua New Guinea and Australia. ACIAR Proc. No. 122. Canberra.
- Upadhyaya, H.D., C.L.L. Gowda, and D.V.S.S.R. Sastry. 2008a. Plant genetic resources management: collection, characterization, conservation and utilization. SAT Electronic Journal. 6:1–16
- Upadhyaya, H.D., C.L.L. Gowda, and D.V.S.S.R. Sastry. 2008b. Management of germplasm collections and enhancing their use by mini core and molecular approaches. *In* APEC-ATCWG Workshop. Capacity Building for Risk Management Systems on Genetic Resources. p.35–70.
- Upadhyaya, H.D., and C.L.L. Gowda. 2009. Managing and enhancing the use of germplasm strategies and methodologies. Technical Manual no.10. ICRISAT. India. 226p.
- Upadhyaya, H.D., D. Yadav, N. Dronavalli, C.L.L. Gowda, and S. Singh. 2010. Mini core germplasm collection for infusing genetic diversity in plant breeding programs. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4):1294–1309.
- UPOV. 1985. Guidelines for conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. p, 18.
- Vassiliou, E.K., A. Gonzalez, C. Carcia, J.H. Tadros, G. Chakraborty, J.H. Toney. 2009. Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF- α both in vitro and in vivo system. *Lipid in health and disease* 8:25.
- Wang, M.L., C.Y. Chen, J. Davis, B. Guo, H.T. Stalker. 2009. Assessment of oil content and fatty acid composition variability in different peanut subspecies and botanical varieties. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 8(1):71–73.
- Zuraida dan Sumarno. 2007. Pengelolaan Plasma Nutfah Secara Terpadu. *Iptek Tanaman Pangan*. 2(2):242–252. Puslitbangtan, Bogor.

SOURCE DAN SINK PADA TANAMAN KACANG TANAH

Heni Purnamawati ¹⁾ dan Achmad Ghazi Manshuri ²⁾

¹⁾ Staf pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

²⁾ Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Melalui proses fotosintesis, tanaman mengasimilasi karbon dioksida, hasil asimilasi (asimilat) kemudian disebarkan ke seluruh bagian tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangan. Asimilat dihasilkan daun dan semua bagian tanaman yang berfotosintesis, bagian ini disebut *source*. *Source* menghasilkan asimilat yang di samping untuk mempertahankan metabolisme, *source* juga untuk menyuplai kebutuhan bagian tanaman yang tidak berfotosintesis (*non-fotosintetik*). Bagian tanaman yang *non-fotosintetik* ini disebut *sink* yang mempunyai sifat *temporer* dan/atau *terminal*. *Sink temporer* dapat mengalihkan asimilat yang disimpannya ke bagian *sink* lain yang membutuhkan, sedangkan *sink terminal* hanya dapat mengalihkan asimilat menjadi bagian strukturalnya.

Hasil tanaman (*yield*) ditentukan oleh kemampuan tanaman menghasilkan asimilat (biomasa) dan proporsi partisi sebagian besar asimilat ke bagian yang bernilai ekonomi (indeks panen). Produksi total biomassa tanaman sangat dipengaruhi oleh keseimbangan proses fotosintesis dan respirasi. Potensi genetik tanaman dan kondisi lingkungan tumbuh mengendalikan kedua proses ini. Tanaman mempunyai kemampuan berbeda dalam mengatur distribusi asimilat apabila terjadi perubahan lingkungan tumbuh. Distribusi asimilat atau partisi asimilat menjadi penting dalam menentukan hasil akhir tanaman. Banyaknya asimilat yang dihasilkan tanaman sulit diukur secara langsung akan tetapi dapat diukur secara tidak langsung dengan pengukuran bobot kering yang merupakan hasil akhir akumulasi asimilat pada suatu organ tanaman.

Pembagian karbon dalam tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain perubahan suplai dan kebutuhan karbon selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman, adanya kontrol hormon atau nutrisi antarorgan, hambatan jaringan pembuluh, efek penyangga (*buffer*) dalam organ penyimpan di berbagai lokasi dalam tanaman, laju fotosintesis (aktivitas *source*) dan laju penggunaan karbon (aktivitas *sink*) (Wardlaw 1990). Hendrix (1995) menambahkan bahwa partisi asimilat dikendalikan oleh berbagai proses mulai dari transpor sel ke sel, transfer antara *xylem* dan *floem*, muatan (*loading*) dan tanpa muatan (*unloading*) dalam jaringan pembuluh, translokasi jarak jauh (*long-distance*) dalam *floem*, serta hubungan jaringan pembuluh antara *source* dan *sink*.

AKTIVITAS DAN KAPASITAS SOURCE

Daun merupakan *source* utama tanaman penghasil asimilat. Tinggi rendahnya aktivitas *source* dicirikan oleh kemampuan fotosintesis tanaman. Aktivitas fotosintesis berkaitan dengan kapasitas *source* yang dicirikan oleh laju pertumbuhan indeks luas daun, kandungan klorofil dan kerapatan stomata. Indeks luas daun, berat spesifik daun dan kandungan klorofil berperan dalam menentukan kemampuan tanaman menyerap radiasi surya serta proses fotolisis air. Stomata penting bagi kelancaran keluar masuknya CO₂ dan air yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis.

Indeks Luas Daun

Indek luas daun (ILD) menggambarkan besarnya kapasitas *source* tanaman. Varietas Kelinci, Badak, Panter, dan Turangga, pada fase awal pembentukan ginofor, menunjukkan pertambahan luas daun yang relatif lebih lambat dibandingkan varietas lainnya (Tabel 1).

Kiniry *et al*, (2005) menemukan bahwa nilai ILD antara 5–6 dan nilai *k* 0,60–0,65 merupakan nilai yang lebih tepat untuk kacang tanah. Nilai ILD varietas Badak, Kelinci, Panter dan Turangga pada periode awal pembentukan polong (42 HST) baru mendekati nilai 3. Kelinci dan Panter pada awal pengisian polong (56 HST) rata-rata indeks luas daunnya juga belum mencapai nilai 5 (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata Indeks Luas Daun (ILD) kacang tanah tiap fase tumbuh pada MT-2010.

Varietas	Indeks Luas Daun (ILD) pada			
	42 HST	56 HST	70 HST	84 HST
Badak	1,45 bc	4,69	5,60	5,79
Gajah	3,27 ab	5,18	5,79	4,08
Garuda3	3,79 a	4,96	4,83	3,49
Jerapah	3,10 ab	6,77	9,39	5,88
Kancil	2,96 abc	5,73	5,50	6,61
Kelinci	1,27 c	4,09	5,86	6,49
Kidang	2,83 abc	6,49	8,07	7,74
Mahesa	2,72 abc	5,81	8,22	7,76
Panter	1,88 bc	4,30	4,98	6,19
Pelanduk	2,94 abc	6,03	10,61	9,23
Sima	2,11 abc	5,76	7,67	10,92
Turangga	1,88 bc	4,82	7,49	7,12
KK	37,0	31,7	39,6	17,4

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Indeks luas daun tidak berkorelasi dengan bobot polong/tanaman, akan tetapi ILD pada 42 dan 56 HST nyata berkorelasi positif dengan kualitas polong (persentase polong penuh) dengan nilai *r* masing-masing 0,66 dan 0,62. Pada periode 70–84 HST, ILD nyata berkorelasi negatif dengan persentase polong penuh dan Indeks Panen. Adanya korelasi ini mengindikasikan bahwa luas daun pada fase awal pertumbuhan merupakan hal penting yang menentukan pengisian dan kualitas polong kacang tanah, sedangkan luasan daun hijau yang tinggi pada periode setelah puncak pengisian polong cenderung mengurangi kualitas polong.

Kandungan Klorofil

Tidak ditemukan adanya perbedaan kadar klorofil antarvarietas kacang tanah, baik pada fase pembentukan polong (42 HST) maupun pada akhir pengisian biji (70 HST) (Tabel 2). Kandungan klorofil (mg) per gram bobot basah daun pada 70 HST berkorelasi negatif dengan persentase polong penuh dan berkorelasi positif dengan jumlah polong cipo. Hasil ini mengindikasikan bahwa varietas yang daunnya tetap hijau hingga akhir fase

pengisian biji menghasilkan lebih banyak polong yang kurang terisi penuh (keriput) dan cipo.

Kerapatan Stomata

Pada kacang tanah, stomata terdapat di permukaan atas dan bawah daun. Tidak ditemukan adanya perbedaan antarvarietas pada kerapatan stomata permukaan atas dan bawah daun. Rata-rata kerapatan stomata berkisar antara 200–288 stomata/mm². Kerapatan stomata bawah berkorelasi positif dengan jumlah polong/tanaman, jumlah polong penuh/tanaman dan jumlah polong cipo/tanaman.

Tabel 2. Kadar klorofil, kerapatan stomata kacang tanah dan berat kering daun spesifik

Varietas	Kadar klorofil (mg/g) bobot basah daun		Kerapatan stomata (mm ²)	Bobot kering daun spesifik (g/cm ²)	
	42 HST	70 HST		42 HST	70 HST
Badak	3,352	2,633	266,67	0,006	0,004
Gajah	4,210	2,727	200,00	0,007	0,004
Garuda 3	3,738	2,492	200,00	0,004	0,004
Jerapah	3,785	2,955	266,67	0,006	0,003
Kancil	3,602	2,432	244,45	0,005	0,005
Kelinci	3,715	3,304	266,67	0,010	0,005
Kidang	3,424	2,546	222,22	0,005	0,004
Mahesa	3,663	2,639	200,00	0,008	0,004
Panter	4,152	3,147	222,22	0,006	0,005
Pelanduk	3,181	2,626	288,89	0,005	0,004
Sima	4,105	3,268	266,67	0,006	0,005
Turangga	3,432	2,818	222,22	0,006	0,004
KK	11,2	15,6	12,7	18,9	17,3

Berat Daun Spesifik

Berat daun spesifik atau “Specific Leaf Weight” (SLW) merupakan perbandingan antara berat kering daun dengan luas daun. Pada kacang tanah ditemukan adanya korelasi positif antara SLW dengan Efisiensi Penggunaan air (Water Use Efficiency =WUE), Tanaman dengan nilai SLW lebih tinggi mempunyai toleransi lebih baik menghadapi kekeringan. Nilai SLW juga digunakan untuk pendugaan tebal tipisnya daun kacang tanah. Daun yang kecil dan tebal diyakini memiliki konsentrasi *apparatus* fotosintesis yang lebih tinggi per unit area (Khanna-Chopra 2000).

KEKUATAN DAN KAPASITAS SINK

Partisi bahan kering adalah hasil akhir dari aliran asimilat dari organ *source* melalui jalur transportasi ke organ *sink*. Partisi bahan kering diantara organ *sink* tanaman diatur sendiri oleh masing-masing organ *sink*. Pengaruh kekuatan *source* pada partisi bahan kering sering tidak secara langsung, melainkan melalui pembentukan organ *sink*. Meskipun tingkat translokasi asimilat tergantung pada jalur transportasi, namun jalur transportasi hanya kurang penting dalam pengaturan partisi bahan kering di seluruh tanaman. Untuk

memahami pengaturan partisi bahan kering oleh *sink*, diperlukan parameter kekuatan *sink*.

Kekuatan *sink* menarik asimilat berbeda-beda, *sink* yang kuat akan mendapat bagian asimilat lebih cepat dan lebih banyak dibandingkan *sink* yang tidak terlalu kuat. Kekuatan *sink* (*sink strength*) ditentukan oleh ukuran, aktivitas, stadia pertumbuhan, jarak *sink* tersebut terhadap *source* dan hubungannya dengan jaringan pembuluh (Taiz dan Zeiger 2002). Kekuatan *sink* didefinisikan sebagai kemampuan kompetitif suatu organ untuk menarik asimilat. Kekuatan *sink* telah diusulkan sebagai manifestasi dari ukuran *sink* dan *aktivitas sink*. Namun, ada banyak perdebatan dan kebingungan tentang kekuatan *sink* karena kata ini sering tidak jelas. Meskipun jumlah sel adalah variabel ukuran *sink*, tetapi tidak selalu menjadi faktor penting. Fakta menunjukkan bahwa kekuatan *sink* lebih ditentukan usia *sink* daripada jumlah sel. Menurut Marcelis (1996) laju pertumbuhan tanaman merupakan parameter penting yang secara kuantitatif mencerminkan kekuatan organ *sink* mengakumulasi asimilat. Tingkat pertumbuhan organ *sink* tanaman tidak statis tetapi berubah secara dinamis. Tingkat pertumbuhan buah adalah fungsi dari umur dan suhu. Pada beberapa tanaman kekuatan *sink* dapat digambarkan secara kuantitatif sebagai fungsi pertumbuhan relatifnya (Marcelis 1996).

Bobot Kering Batang dan Daun

Beberapa varietas kacang tanah menunjukkan perbedaan kemampuan akumulasi bahan kering dalam batang dan daun pada fase awal pembentukan ginofor (42 HST) (Tabel 3). Setelah fase pengisian biji ($\pm 70\text{--}84$ HST), rata-rata bobot kering daun pada sebagian besar varietas menurun, karena banyak daun menguning dan gugur, sedangkan bobot kering batang relatif tetap dan bobot kering polong terus meningkat.

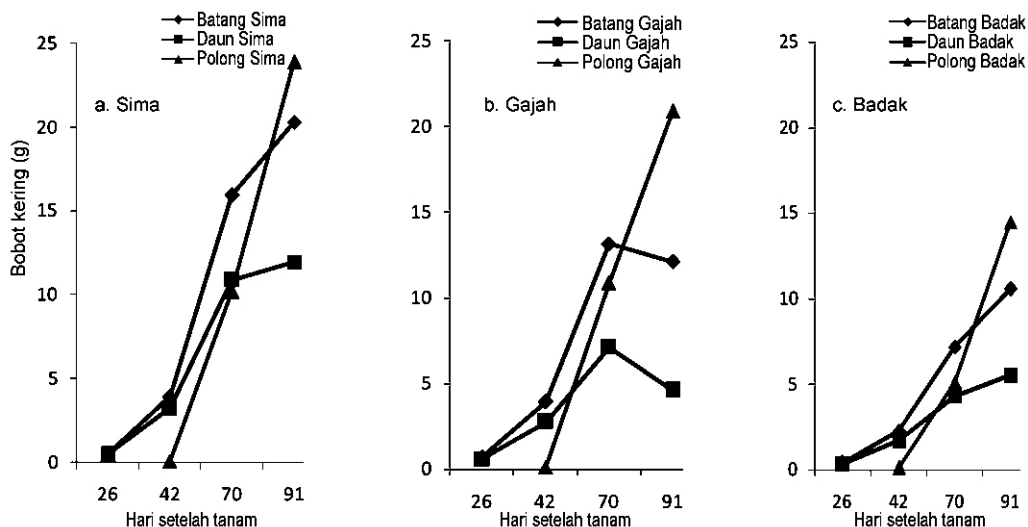
Pertambahan bobot kering tajuk mengikuti bentuk kurva sigmoid. Pertambahan bahan kering tajuk lambat pada awal periode bunga dan pembentukan polong (26–42 HST), kemudian meningkat cepat hingga periode pengisian biji (42–70 HST). Pertambahan bahan kering setelah 70 HST mulai melandai hingga menjelang panen (91 HST). Gambar 1a, b, dan c merupakan contoh dari pertambahan bahan kering dalam tajuk dan polong pada kacang tanah varietas Sima, Gajah dan Badak. Varietas Sima dan Badak tergolong kacang tanah tipe Valencia dengan polong berisi lebih dari dua biji dan percabangan relatif sedikit, sedangkan varietas Gajah tergolong tipe Spanish berpolong dengan rata-rata dua biji. Akumulasi bahan kering pada batang dan daun varietas Sima terus meningkat bahkan setelah fase puncak pengisian biji (≥ 70 HST). Varietas Badak juga menunjukkan pola yang sama walaupun dengan jumlah akumulasi bahan kering yang lebih sedikit dibanding Sima. Pada varietas Gajah terjadi sedikit penurunan laju pertambahan bahan kering batang seiring dengan pengurangan jumlah daun.

Tabel 3. Rataan nilai karakter 12 varietas kacang tanah dari dua musim tanam (MT 2007 dan 2010).

Varietas	bat42	daun42	ILD42	ILD70	jgin42	jgin70	jpol70	bpoltan	Bbjitan	jpolit	%pnh	IP						
Badak	2,56	d	2,54	c	1,02	3,65	11,33	cd	17,74	9,25	18,49	68,54	b-e	0,42	ab			
Gajah	5,22	ab	5,96	a	2,02	4,17	21,92	31,25	bcd	15,08	15,23	10,12	14,45	72,10	bcd	0,43	ab	
Garuda3	4,29	abc	4,07	ab	2,29	3,20	19,08	23,92	d	15,08	a-d	13,27	8,84	12,14	74,85	a-d	0,46	a
Jerapah	4,45	abc	4,52	ab	1,95	5,67	19,17	22,67	d	14,08	a-d	13,89	9,32	14,35	83,20	a	0,39	abc
Kancil	4,48	abc	4,42	ab	1,91	3,81	15,42	30,67	bcd	19,83	a	16,76	11,30	16,20	79,28	ab	0,40	abc
Kelinci	3,07	cd	3,63	bc	1,01	4,34	18,42	45,17	ab	15,83	abc	14,45	9,59	14,89	64,80	de	0,37	a-d
Kidang	5,65	a	4,64	ab	1,95	5,34	17,42	33,75	bcd	15,17	a-d	13,93	8,18	12,34	74,62	a-d	0,30	d
Mahesa	4,76	abc	4,30	ab	1,78	4,95	15,50	30,00	cd	9,92	d	13,80	8,46	14,06	78,70	abc	0,37	bcd
Panter	3,54	bcd	3,37	bc	1,37	3,97	15,00	49,92	a	17,17	abc	16,29	10,57	15,41	67,99	cde	0,40	abc
Pelanduk	4,28	abc	3,99	abc	1,80	6,32	15,42	45,00	ab	18,00	ab	17,74	11,07	17,74	74,81	a-d	0,32	cd
Sima	3,81	bcd	3,79	abc	1,59	5,55	10,75	43,17	abc	13,55	bcd	16,95	10,48	15,53	61,06	e	0,33	cd
Turangga	4,18	a-d	3,95	abc	1,48	5,30	13,58	40,17	abc	13,25	bcd	13,64	9,15	11,31	70,45	b-e	0,33	cd

bat42 : bobot kering batang 42 HST; daun42 : bobot kering daun 42 HST; ILD42 : Indeks Luas Daun 42 HST; ILD70 : Indeks Luas Daun 70 HST; jgin42 :Jumlah ginofor 42 HST; jgin70 :Jumlah ginofor 70 HST; jpol70 :Jumlah polong 70 HST; bpoltan : bobot polong/tanaman; Bbjitan : bobot biji/tanaman; jpolit : jumlah polong/tanaman; %pnh : persentase polong penuh/tanaman; IP : Indeks Panen.

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.



Gambar 1. Pola pertambahan bahan kering tiga varietas kacang tanah.

Jumlah dan Bobot Polong

Sink reproduktif merupakan *sink* yang berpotensi untuk menjadi *sink* produktif. Bagian tanaman yang masuk ke dalam kategori *sink* reproduktif adalah bunga dan ginofor. Rata-rata bunga kacang tanah muncul pada 26–28 HST. Jumlah bunga yang dihasilkan kacang tanah dipengaruhi oleh sifat genetiknya. Jumlah bunga berkorelasi positif dengan tinggi batang utama, yang berarti bahwa tanaman yang *habitusnya* tinggi akan cenderung menghasilkan lebih banyak bunga daripada yang rendah. Sekitar 80% bunga dapat menjadi ginofor, akan tetapi hanya 20–40% ginofor yang menjadi polong. Untuk mendapatkan produksi polong dan biji yang maksimal, maka bunga dan ginofor kacang tanah harus banyak terbentuk pada periode awal generatif sehingga ada cukup waktu untuk melakukan pengisian biji karena waktu yang dibutuhkan untuk pembungaan hingga sebagian besar polong masak sekitar 2 bulan (Trustinah 1993; Maria 2000).

Terdapat varietas yang mampu menghasilkan ginofor dan polong lebih banyak daripada varietas lainnya tetapi tidak ditemukan adanya perbedaan bobot polong/tanaman yang dihasilkan (Tabel 3). Hal ini karena seleksi genotipe kacang tanah banyak bertumpu pada karakter bobot polong. Varietas mampu menggantikan jumlah polong yang sedikit dengan ukuran yang lebih besar.

Laju Tumbuh Polong

Laju akumulasi bahan kering dalam polong per unit area per unit waktu atau Laju Tumbuh Polong diukur dari selisih bobot polong pada saat panen dengan bobot ginofor dan polong pada 42 HST (MT 2007) atau pada 56 HST (MT 2010). Laju tumbuh polong berkisar 3–10 g/m²/hari (Tabel 4). Laju tumbuh polong berkorelasi positif dengan bobot polong dan biji/tanaman, serta berkorelasi negatif dengan persentase polong penuh. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak tanaman mengakumulasi bahan kering dalam polong, maka hasil polong dan biji cenderung meningkat, akan tetapi terdapat pula kecenderungan

derungan jumlah polong penuhnya menurun. Penurunan jumlah polong penuh ini diduga karena asimilat ditempatkan dalam banyak *sink* (polong/biji).

Tabel 4. Laju Tumbuh Polong (LTP) kacang tanah pada MT 2007 dan MT 2010.

Varietas	Laju tumbuh polong (g/m ² /hari)	
	42-Panen (MT 2007)	56-Panen (MT 2010)
Badak	3,17	10,42 a
Gajah	3,73	4,05 bc
Garuda 3	2,84	4,72 bc
Jerapah	3,56	3,48 c
Kancil	4,00	5,84 bc
Kelinci	3,42	5,88 bc
Kidang	3,71	3,54 c
Mahesa	3,50	3,31 c
Panter	3,10	7,76 ab
Pelanduk	3,78	7,40 abc
Sima	3,58	7,27 abc
Turangga	3,14	5,23 bc
Rataan	3,5±0,3	5,7±2,2
KK	31,2	37,1

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Koefisien Partisi

Duncan *et al.* (1978) memperkenalkan koefisien partisi ($PC = \text{Partitioning Coefficient}$) yang merupakan rasio antara Laju Tumbuh Polong (*Pod Growth Rate* LTP) dan Laju Tumbuh Tanaman (*Crop Growth Rate*, LTT). Apabila nilai koefisien partisi ≥ 1 berarti laju pertambahan bobot kering polong lebih besar atau sama dengan laju pertambahan bobot kering tanaman. Semakin tinggi nilai koefisien partisi menunjukkan semakin banyak asimilat didistribusikan ke bagian yang bernilai ekonomis. Nilai koefisien partisi pada MT 2007 dan MT 2010 tidak berbeda antarvarietas, begitu pula dengan nilai indeks panen. Hal ini menguatkan dugaan bahwa tidak ada perbedaan antarvarietas kacang tanah dalam mendistribusikan bagian asimilat yang diperuntukkan untuk mengisi polong/biji.

Perbandingan Varietas

Tabel 5 menunjukkan perbandingan *source* dan *sink* diantara beberapa varietas kacang tanah. Varietas dengan bobot polong/tanaman yang relatif lebih baik ditandai dengan kemampuan menghasilkan jumlah polong/tanaman lebih dari 15 polong. Varietas-varietas ini ada yang mampu mendistribusikan bahan kering lebih banyak ke dalam polong (nilai Indeks Panen lebih tinggi), atau menghasilkan bahan kering yang lebih besar tetapi dengan jumlah dan bobot polong yang relatif sama dengan varietas yang IP-nya tinggi (Nilai Indeks Panen rendah).

Varietas Badak, Panter, Sima dan Pelanduk memiliki rataaan bobot polong dan jumlah polong/tanaman relatif lebih baik daripada ketujuh varietas lainnya, menghasilkan jumlah ginofor pada periode akhir pengisian biji (70 HST) yang tinggi pula. Polong-polong yang terbentuk lebih dahulu telah menjadi *sink* yang dominan sehingga pengisian asimilat lebih

diutamakan pada polong-polong ini. Asimilat yang dibutuhkan untuk perkembangan bunga dan ginofor selanjutnya belum dapat terpenuhi. Varietas Badak, Panter dan Sima dengan jumlah ginofor yang tinggi, menunjukkan persentase pengisian polong penuh yang tergolong rendah. Hal ini dikarenakan ginofor yang terus terbentuk selama periode pengisian biji akhirnya menjadi pesaing bagi polong yang sedang mengisi untuk mendapatkan asimilat.

Varietas Pelanduk dan Kancil menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda dengan ketiga varietas lainnya karena kedua varietas ini tergolong mampu cepat tumbuh mengumpulkan bahan kering pada awal fase generatif (ILD dan bobot batang 42 HST), sehingga diduga dapat segera mengisi polong yang sudah terbentuk. Lamanya fase pengisian polong mengakibatkan lebih banyak polong yang dapat terisi penuh. Hal ini dikarenakan lamanya periode pengisian polong merupakan salah satu karakter yang menentukan hasil polong (Duncan *et al.* 1978; Ketring *et al.* 1982).

Tanaman yang mendistribusikan asimilat lebih banyak ke dalam polong (indeks panen tinggi) tidak berarti persentase polong penuhnya tinggi. Dua dari lima varietas yang nilai indeks panennya tinggi, yaitu Badak dan Panter, memiliki persentase polong penuh rendah. Hal ini diduga karena kedua varietas ini tidak tergolong varietas yang memiliki kemampuan *source* yang tinggi (kapasitas dan aktivitas), tetapi mampu menghasilkan banyak polong, sehingga terkendala jumlah asimilat yang dapat didistribusikan untuk pengisian banyak polong (*source limited*).

Tabel 5. Matrik perbandingan karakter dua belas varietas kacang tanah.

Varietas	Bobot kering batang 42 HST	ILD 42 HST	ILD 70 HST	Jmlh ginofor 70 HST	Jmlh polong/ tanaman	Persentase polong penuh	Indeks panen	Bobot polong/ tanaman
Badak	O	O	O	T	T	O	T	T
Gajah	T	T	O	O	O	T	T	O
Garuda3	T	T	O	O	O	T	T	O
Jerapah	T	T	T	O	O	T	O	O
Kancil	T	T	O	O	T	T	T	T
Kelinci	O	O	O	T	O	O	O	O
Kidang	T	T	T	O	O	T	O	O
Maheza	T	T	T	O	O	T	O	O
Panter	O	O	O	T	T	O	T	T
Pelanduk	T	T	T	T	T	T	O	T
Sima	O	O	T	T	T	O	O	T
Turangga	T	O	T	T	O	T	O	O

Keterangan: T = tinggi; O = rendah.

Tanaman yang cepat menghasilkan ILD tinggi pada awal fase generatif berarti mampu menghasilkan bahan kering tinggi yang kemudian tersimpan dalam batang dan daun. Terdapat tujuh varietas yang menghasilkan bobot kering batang tinggi pada 42 HST dan menunjukkan persentase pengisian polong penuh yang tinggi, akan tetapi karena banyak yang tidak mampu menghasilkan jumlah polong yang banyak maka hasil polongnya relatif rendah. Hanya varietas Kancil dan Pelanduk dari ketujuh varietas tersebut yang menghasilkan bobot batang pada awal generatif tinggi, menghasilkan jumlah polong dan bobot polong relatif lebih baik dengan persentase polong penuh yang tinggi. Pengisian polong pada varietas Pelanduk diduga masih terkendala oleh persaingan asimilat dengan tajuk

yang terus tumbuh cepat hingga akhir fase pengisian (ILD dan jumlah ginofor 70 HST), sedangkan varietas Kancil lebih efisien dilihat dari nilai IP-nya yang tinggi.

Terdapat varietas yang cenderung lambat pertumbuhannya pada fase awal generatif, tetapi kemudian pertambahan bahan kering terus terjadi dengan cepat bahkan hingga akhir fase pengisian, ditunjukkan dengan tingginya nilai ILD, bobot kering batang dan daun serta jumlah ginofor pada 70 HST. Varietas Sima dan Turangga menunjukkan pola pertumbuhan tersebut tetapi varietas Sima menghasilkan bobot polong/tanaman lebih baik dari varietas Turangga karena jumlah polong/tanaman varietas Sima lebih baik. Besarnya bahan kering yang dihasilkan varietas Sima tidak mampu didistribusikan dengan lebih baik ke dalam polong-polong yang tersedia, menunjukkan polong-polongnya bukan *sink* yang cukup kuat untuk mendapatkan asimilat. Letak *sink* (polong) yang berada di bawah permukaan tanah dan *habitus* tanaman yang tinggi diduga merupakan penyebabnya.

Pola translokasi asimilat dari *source* ke *sink* mengikuti pola kedekatan lokasi *source* dan *sink*, perkembangan organ dan hubungan pembuluh (Wardlaw 1990; Taiz dan Zeiger 2002). Tajuk, bunga dan ginofor yang terus muncul menjadi pesaing polong untuk asimilat, lokasi polong diduga membuat polong menjadi lebih sulit mendapatkan asimilat dibandingkan misalnya polong kedelai yang tumbuh di batang. Taiz dan Zeiger (2002) juga menyatakan bahwa mengurangi daun-daun di bagian bawah dapat memaksa daun-daun bagian atas untuk mentranslokasikan lebih banyak asimilat ke bagian akar.

Dari keduabelas varietas yang diuji hanya varietas Kelinci yang karakter-karakter pertumbuhan dan hasilnya relatif lebih rendah daripada varietas lainnya. Varietas ini cenderung lambat mengumpulkan bahan kering pada awal fase generatif dan pertambahan bahan keringnya hingga akhir fase pengisian juga tergolong rendah. Rata-rata jumlah polong yang dihasilkan varietas Kelinci 14,5 polong/tanaman, tetapi diduga karena kemampuan menghasilkan bahan kering kurang ditambah persaingan dari ginofor yang jumlahnya tinggi mengakibatkan banyak polong kurang terisi penuh dan bobot polong tergolong rendah.

Varietas kacang tanah dengan bobot polong tinggi terutama ditentukan oleh jumlah polongnya yang tinggi, sedangkan kualitas pengisian polong yang baik (persentase polong penuh >70%) ditentukan oleh kemampuan tanaman menghasilkan ILD tinggi pada awal fase generatif (42 HST) atau distribusi asimilat (indeks panen) tinggi. Dari pengamatan dapat dikatakan bahwa, produktivitas kacang tanah nasional, salah satunya, lebih ditunjang oleh peningkatan jumlah polong/tanaman daripada peningkatan indeks panen.

PENUTUP

Daun merupakan *source* utama yang dicirikan oleh kemampuan fotosintesis tanaman, dan berkait erat dengan kedudukan daun dan kandungan klorofil dan kerapatan stomata yang merupakan karakteristik suatu tanaman. Tanaman yang mendistribusikan asimilat ke dalam polong (indeks panen tinggi) tidak berarti persentase polong penuhnya tinggi, karena varietas demikian tergolong varietas berkemampuan *source* yang tinggi tetapi mampu menghasilkan banyak polong, sehingga terkendala jumlah asimilat yang dapat didistribusikan untuk pengisian banyak polong. Pada kacang tanah yang memiliki bobot polong yang tinggi ditentukan oleh jumlah polong yang tinggi dan kualitas pengisian polong yang baik ditentukan oleh ILD tinggi pada fase generatif, namun peningkatan jumlah polong/tanaman lebih menonjol peranannya dalam meningkatkan produktivitas kacang tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Duncan, W.G., D.E. McCloud, R.L. McGraw, and K.J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yields improvement. *Crop Sci.* 18: 1015–1020.
- Hendrix, J.E. 1995. Assimilate transport and partitioning. In *Handbook of Plant and Crop Physiology*. M. Pessarakli (Ed.). Marcel Dekker. Inc. New York, USA. pp. 357–385.
- Jogloy, C., P. Jaisil, C. Akkasaeng, T. Kesmala, and S. Jogloy. 2011. Heritability and correlation for components of crop partitioning in advanced generations of peanut crosses. *Asian J of Plant Sci.* 10(1):60–66.
- Ketring, D.L., R.H. Brown, G.A. Sullivan and B.B. Johnson. 1982. Growth Physiology. pp. 411–457. In H.E. Pattee and C.T. Young (Eds.) *Peanut Sci and Tech*. Am. Peanut Res. and Educ. Soc. Inc.
- Khanna-Chopra, R. 2000. Photosynthesis in relation to crop productivity. pp. 263–280. In *Probing Photosynthesis, Mechanism and Adaptation*. M. Yunus, U. Pathre and P. Mohanty (Eds.). Taylor and Francis Inc. USA.
- Kiniry, J.R., C.E. Simson, A.M. Schubert and J.D. Reed. 2005. Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency and harvest index at three sites in Texas. *Field Crops Res.* 91:297–306.
- Marcelis, L.F.M. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. *J. of Exp. Botany.* 47:1281–1291.
- Maria. D. 2000. Penentuan Masak Panen Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Landak, Banteng, Kidang dan Komodo dengan Memperhatikan Fenologi Tanaman. Skripsi. Departemen Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 58 hlm.
- Taiz, and Zeiger. 2002. *Plant Physiology* (3rd Edition). Sinauer Associates. Inc, Massachutes, USA.
- Trustinah. 1993. Biologi Kacang Tanah. Hlm. 9–23 *dalam* A. Kasno, A. Winarto dan Soenardi (Eds.). *Kacang Tanah*. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang.
- Wardlaw, J.F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. *New Phytol.* 116:341–381.

PEMULIAAN KACANG TANAH UNTUK KETAHANAN TERHADAP CEKAMAN BIOTIK

Novita Nugrahaeni

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Kisaran rata-rata produktivitas kacang tanah di Indonesia cukup lebar dari 0,75 t/ha di Sulawesi Tenggara hingga 1,81 t/ha di Jawa Timur dengan rata-rata nasional 1,35 t/ha (BPS 2013). Rentang kisaran yang lebar dan rata-rata hasil yang relatif rendah tersebut sebagian disebabkan oleh kemampuan tanaman dalam mengatasi cekaman lingkungan fisik (abiotik) dan lingkungan hayati (biotik) terutama terhadap serangan penyakit, yang belum memadai serta tingkat pengelolaan budidaya yang masih sederhana.

Banyak jenis penyakit yang merugikan kacang tanah, di antaranya adalah penyakit layu oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*, penyakit bercak daun (*Cercospora arachidicola* dan *Phaeoisariopsis personata*), penyakit karat daun (*Puccinia arachidis*), dan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus, terutama oleh virus yang menimbulkan penyakit bergejala belang (Ganesan dan Sekar 2004). Meskipun tidak secara langsung menurunkan hasil biji, kontaminasi oleh *Aspergillus flavus* pada biji kacang tanah sangat umum ditemui dan sangat merugikan dunia industri. Aflatoksin sangat membahayakan karena bersifat karsinogenik pada manusia, mamalia, dan unggas.

Selain dapat menurunkan hasil, serangan hama seringkali menjadi vektor virus dan merusak polong dan biji sehingga menurunkan mutu polong dan biji secara ekonomi. Hama pada kacang tanah masih relatif terbatas jenisnya, namun akhir-akhir ini hama pengisap daun, kutu kebul (*Bemisia tabaci*) dan *Empoasca* semakin sering ditemui pada pertanaman kacang tanah. Kutu kebul adalah serangga pengisap daun yang menyebabkan tanaman tumbuh kerdil, kering, dan permukaan daun ditutupi oleh cendawan jelaga. Pengaruh merugikan lain dari kutu kebul adalah kemampuannya menularkan *Cowpea mild mottle virus* (Baliadi 2007). Salah satu penyakit yang dahulu merupakan penyakit minor sekarang mulai sering menimbulkan kerugian adalah penyakit busuk batang (*stem and pod rot*) yang disebabkan oleh *Sclerotium rolfsii* Sac. Seperti terjadi pada jenis penyakit lainnya, varietas tahan merupakan upaya terbaik untuk mengendalikan penyakit busuk batang ini.

Pemuliaan kacang tanah di Indonesia untuk ketahanan terhadap penyakit utama dan toleransi terhadap cekaman lingkungan fisik merupakan upaya penting untuk meningkatkan stabilitas hasil dan hasil kacang tanah. Ketahanan terhadap cekaman, baik biotik maupun abiotik dapat berasosiasi dengan stabil tidaknya keragaan suatu genotipe di lintas lingkungan. Baker (1990) menunjukkan bahwa interaksi silang (*crossover interaction*) pada terigu merupakan manifestasi dari perbedaan ketahanan terhadap penyakit atau karakter lain yang mempunyai heritabilitas tinggi. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Nugrahaeni *et al.* (2001), Chaerani *et al.* (2007), serta Padi (2008) bahwa ketahanan atau kerentanan terhadap penyakit merupakan salah satu faktor penyumbang adanya interaksi genotipe dan lingkungan.

Mengingat banyaknya organisme pengganggu yang dapat menurunkan hasil dan berpotensi menurunkan hasil dan mutu hasil, maka ketahanan terhadap hama dan penyakit menjadi salah satu tujuan perbaikan varietas kacang tanah. Penetapan jenis hama/

penyakit yang menjadi tujuan perbaikan varietas tergantung pada tingkat kerugian yang diakibatkannya. Ketahanan terhadap penyakit layu bakteri merupakan prasyarat pelepasan varietas unggul kacang tanah di Indonesia karena 75% area tanam kacang tanah berada di daerah endemik bakteri layu. Penanaman varietas agak tahan layu bakteri berisiko menyebarkan bakteri karena pada varietas demikian dapat terbawa bakteri tanpa menunjukkan gejala sakit (Liao *et al.* 2005). Penanaman varietas tahan hama/penyakit dapat mengurangi penggunaan pestisida sehingga bermanfaat menurunkan biaya produksi, aman bagi penanam, konsumen dan lingkungan, serta sesuai dengan komponen lain dalam pengendalian hama/penyakit terpadu. Langkah pertama program pemuliaan ketahanan terhadap hama/penyakit adalah menghimpun keragaman dan mengidentifikasi sumber gen ketahanan. Langkah berikutnya adalah menginkorporasikan gen ketahanan dari tetua donor dan menetapkan metode pemuliaan yang tepat melalui pemahaman mekanisme ketahanan dan cara pewarisan karakter ketahanan. Keragaman reaksi genotipe terhadap penyakit tidak selalu mencerminkan keragaman genetik (Tshilenge-Lukanda *et al.* 2012), di samping itu patogen dapat berevolusi dan hubungan patogen-inang dapat berubah (Strange dan Scott 2005) sehingga pemuliaan ketahanan terhadap cekaman biotik merupakan kegiatan jangka panjang.

CEKAMAN BIOTIK DAN ARTI EKONOMI

Cekaman biotik adalah cekaman yang menyebabkan perubahan pada satu atau lebih proses fisiologi pada tanaman yang diakibatkan oleh organisme lain, baik berupa patogen, hama, ataupun gulma. Perubahan tersebut berakibat pada kehilangan fungsi energi pada tanaman. Konsep dari penyakit adalah setiap kehilangan dari kemampuan fungsi tanaman untuk mengkoordinasi produksi atau memanfaatkan energi (Middleton *et al.* 1994). Patogen dan serangga hama dapat menyerang seluruh bagian tanaman kacang tanah dan menghambat pertumbuhan tanaman di samping dapat merugikan melalui penurunan hasil dan mutu hasil. Penyakit pada kacang tanah disebabkan oleh organisme parasitik seperti jamur, bakteri, virus, nematoda atau mikoplasma yang menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kurang baik dan kehilangan kemampuan untuk berproduksi tinggi. Penyebaran dan tingkat serangan penyakit tergantung pada tingkat ketahanan varietas dan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, tanaman inang serta media penularan (Pensuk *et al.* 2003).

Berikut, disampaikan beberapa penyakit dan hama penting pada kacang tanah.

1. Penyakit karat

Penyakit karat pada kacang tanah disebabkan oleh jamur *P. arachidis*, dengan gejala berupa bercak-bercak berwarna kuning pada permukaan daun bagian bawah. Dalam beberapa hari bercak-bercak akan berubah bentuk menjadi bintil-bintil berwarna coklat menyerupai karat besi. Daun yang terinfeksi berat oleh penyakit tersebut akan mengering. Penyakit karat menyerang kacang tanah pada stadia reproduktif. Intensitas gejala penyakit tertinggi terjadi setelah fase pertumbuhan daun maksimum (Tsilinge-Lakuda *et al.* 2012). Penyakit karat merugikan budidaya tanaman kacang tanah melalui penurunan hasil brangkas, polong, dan mutu biji. Kehilangan hasil karena penyakit karat yang dilaporkan berkisar antara 20 hingga 70% di USA, Mauritius, India, dan China. Gabungan serangan penyakit karat dan bercak daun pada varietas yang peka di Indonesia menimbulkan kehilangan hasil hingga 70% (Hardaningsih dan Neering 1989).

2. Penyakit bercak daun

Penyakit bercak daun terdiri atas bercak daun awal dan bercak daun akhir. Penyakit bercak daun awal disebabkan oleh cendawan *C. arachidicola* Hori, dan penyakit bercak daun akhir disebabkan oleh *P. personata* (Middleton *et al.* 1994). Penyakit bercak daun akhir di Indonesia lebih merugikan daripada penyakit bercak daun awal. Penyakit bercak daun akhir dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 50%. Proses patogenesis *C. personatum* pada daun kacang tanah berlangsung sekitar 20–25 hari, dan gejala awal serangan pada varietas rentan nampak pada umur 10–14 hari. Penyakit bercak daun dapat ditularkan melalui biji yang terinfeksi, dan sporulasi jamur terbanyak terjadi pada suhu 27 °C dan kelembaban relatif 96%, kondisi yang umum ditemui pada musim tanam kacang tanah di Indonesia. Penyakit bercak daun dapat menyerang setiap bagian atas tanaman seperti daun, petiol, batang, ginofor, dan polong. Ginofor adalah struktur awal terbentuknya polong. Luka atau kerusakan akibat serangan bercak daun dapat mempengaruhi integritas tangkai polong dan dapat menyebabkan kehilangan hasil pada saat panen (Sing dan Oswald 1991).

3. Penyakit layu bakteri

Penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* merupakan penyakit yang paling merusak pada kacang tanah (Supriadi dalam Elphinstone 2005). Penyakit layu bakteri *Ralstonia* tersebut merupakan kendala biotik penting dalam budidaya kacang tanah di Indonesia. Bakteri *R. solanacearum* adalah patogen tular tanah yang menginfeksi tanaman melalui luka atau lubang alami yang terdapat pada akar. *R. solanacearum* dapat menyebar melalui tanah, air yang telah terkontaminasi, peralatan pertanian, atau manusia (Janse 1998).

Kolonisasi bakteri pada jaringan pengangkut menyebabkan muncul gejala internal dan eksternal yang kemudian berkembang menjadi gejala layu total pada tanaman (Kelman 1954). Gejala layu di lapang paling awal dapat terjadi pada tanaman umur antara satu hingga dua minggu setelah tanam (Machmud dan Hayward 1992; Nugrahaeni *et al.* 1998). Periode inkubasi dipengaruhi oleh tingkat virulensi patogen, isolat lebih virulen memunculkan gejala serangan lebih dini.

Penyakit layu bakteri pada tanaman yang masih muda mengakibatkan batang dan daun mendadak layu, dan tanaman mati dalam keadaan daun tetap hijau. Infeksi pada tanaman yang telah tua menyebabkan tanaman nampak layu, daun menjadi berwarna lebih muda, klorotik, dan melengkung pada ujungnya. Pada akhirnya daun-daun berubah warna menjadi coklat tetapi tetap pada posisi melekat pada tanaman. Pada keadaan tertentu, hanya satu cabang yang layu dan mati. Terdapat sumbatan pada sistem pengangkutan pada akar utama, akar tanaman berubah warna, dan gejala ini meluas hingga batang utama dan cabang-cabang lateral. Perubahan warna tersebut akan tampak pada berkas pembuluh pengangkut jika bagian batang tanaman yang layu dipotong melintang. Jika potongan batang tersebut dicelupkan ke dalam air jernih akan keluar rembesan lendir berwarna putih menyerupai kabut yang merupakan massa bakteri (Mehan *et al.* 1994). Sehingga karakteristik diagnostik penyakit layu bakteri pada kacang tanah adalah adanya bintik-bintik warna coklat tua pada xylem dan adanya aliran massa bakteri dari potongan batang melintang di dalam air (Gitaitis dan Hammons 1984). *R. solanacearum* menghasilkan sejumlah produk ekstraselular yang berperan terhadap kemampuannya untuk mengkolonisasi tanaman inang dan menyebabkan gejala penyakit (Genin dan Boucher 2002, Denny 2005).

Kehilangan hasil akibat penyakit layu bakteri berkisar antara 15–35% pada varietas tahan, dan mencapai 60–100% pada varietas rentan yang ditanam di lahan dengan infestasi tinggi (Machmud dan Hayward 1992, Nugrahaeni *et al.* 1998). Penyakit layu bakteri pada kacang tanah di Indonesia ditemui di sebagian besar (hampir 70%) sentra produksi dan intensitas tinggi dijumpai di Sumatera Barat, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, dan Sulawesi Selatan. Area penyakit layu bakteri berpotensi semakin luas karena penyakit ini dapat ditularkan melalui biji, meskipun dalam persentase yang rendah, yaitu 4–8% (Hong *et al.* 1994, Machmud dan Middleton 1990), melalui air pengairan (Janse *et al.* 1998, Pradhanang 1999), dan ditemukannya gejala infeksi laten pada varietas tahan (Liao *et al.* 1998).

Persistensi patogen penyebab penyakit layu bakteri tersebut pada beberapa tipe tanah, tanaman inang yang luas, dan penanaman sepanjang tahun sering menjadi penghambat efektivitas pengendalian secara kultur teknis.

4. *Aspergillus flavus*

A. flavus adalah jamur penghasil aflatoksin, yaitu racun yang bersifat karsinogenik, pada biji kacang tanah. Jamur *A. flavus* dapat menyerang biji kacang tanah, kecambah, dan polong selama fase-fase pengisian biji, fase pemasakan di lapangan, maupun saat pemanenan, prosesing, dan penyimpanan (ICRISAT 2007). Meminimalkan kontaminasi aflatoksin penting dilakukan, karena racun tersebut berpengaruh terhadap kesehatan manusia dan ternak, serta membatasi peluang kacang tanah dan produknya untuk diperdagangkan pada pasar internasional.

5. Penyakit bergejala belang (PStV)

Penyakit bergejala belang pada kacang tanah disebabkan oleh beberapa jenis virus, namun yang paling penting adalah yang disebabkan oleh *Peanut stripe virus* (PStV). Gejala khas dari serangan PStV berupa belang-belang agak bulat pada daun dan warnanya kontras dengan warna daun. Penyakit ini endemik di China dan Asia Tenggara (Demski *et al.* 1984).

Penularan virus PStV dapat dilakukan dengan melalui biji dengan laju transmisi beragam dari 0,5–2,0% (Saleh 1990), 3,8% (Persley *et al.* 2001), dan 8–29% (Middleton *et al.* 1994). Penularan secara buatan dapat mencapai 40% pada tanaman yang diinfeksi pada fase vegetatif awal. Penularan alami dilaporkan mencapai 7% (Demski *et al.* 1993). Penularan terjadi melalui serangga vektor, yaitu *Aphis craccivora* dan *Aphis glycines* secara non-persisten, juga dapat secara mekanis dengan menggosokkan sap daun sakit.

PStV dapat menyebabkan kehilangan hasil yang cukup besar dan bervariasi tergantung waktu infeksi dan varietas yang ditanam. Di China kehilangan hasil diduga mencapai 200.000 ton per tahun (Middleton *et al.* 1994), sedangkan di Indonesia kehilangan hasil 70% berdasarkan individu tanaman diamati pada tanaman kacang tanah di Sulawesi Selatan (Middleton dan Saleh 1988), kehilangan hasil antara 10% hingga 40% pada tanaman yang diinfeksi pada umur 2 minggu hingga 10 minggu (Saleh *et al.* 1989).

6. Stem rot

Di antara penyakit jamur *soil borne* pada kacang tanah, busuk batang yang disebabkan oleh *S. rolfsii* merupakan penyakit yang semakin penting pada kacang tanah. Patogen ini juga menyebabkan busuk polong. *S. rolfsii* mempunyai inang lebih dari 200 spesies, dan dapat hidup baik pada jaringan tanaman hidup maupun mati (Thiessen dan Woodward

2012). Kelembaban yang tinggi, suhu tinggi, adanya serasah di atas tanah merupakan kondisi lingkungan yang optimal untuk perkembangan penyakit ini. Kondisi lingkungan tersebut umum terdapat pada lahan pertanian kacang tanah di Indonesia. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan pada setiap fase pertumbuhan kacang tanah, dan kehilangan hasil hingga 25% pernah dilaporkan oleh Mayee dan Datar (1988). Bahkan di India, China, Thailand, Vietnam, dan Myanmar penyakit ini telah menjadi penyakit tular tanah penting dengan kehilangan hasil mencapai 75% (Sudini 2013).

7. Sapu setan

Penyakit sapu setan disebabkan oleh fitoplasma, ditularkan oleh serangga vektor *Orosius argentatus*. Gejala awal penyakit sapu setan pada kacang tanah adalah tepi daun klorotik atau daun menguning, daun menjadi kecil-kecil dan ginofor tumbuh mengikuti geotropi negatif (Nugroho *et al.* 2000). Pertumbuhan daun yang sangat banyak membuat tanaman yang terinfeksi nampak seperti sapu setan (*witches' broom*).

8. Kutu kebul

Stadia nimfa dan imago menyebabkan kerusakan secara langsung dengan mengisap cairan daun menggunakan stilet. Pada saat mengisap cairan daun, kedua stadia tersebut menghasilkan ekskresi embun madu, cairan bergula yang cocok sebagai media pertumbuhan embun jelaga. Akibatnya, kerusakan secara tidak langsung pun terjadi. Munculnya embun jelaga dapat menurunkan proses fotosintesis dan berperan pada hilangnya vigor dan kematian dini daun (Hoddler 2003). Selain merugikan secara tidak langsung terhadap proses fisiologis, Bemisia juga merugikan secara tidak langsung melalui perannya sebagai vektor dari banyak virus, beberapa di antaranya merupakan penyakit virus penting pada beberapa negara (Brown dan Czosne 2002).

HUBUNGAN KETAHANAN INANG, PATOGEN, DAN LINGKUNGAN

Ketahanan adalah kemampuan tanaman untuk mengurangi pertumbuhan atau perkembangan parasit setelah terjadi kontak. Penyakit adalah hasil interaksi antara patogen dan inang yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Tingkat kepekaan penyakit pada tanaman inang ditentukan oleh tingkat ketahanan inang terhadap patogen.

Patogen, sebagaimana organisme hidup lainnya, mempunyai keragaman sifat dan pertumbuhan. Patogen bisa terdiri atas strain-strain yang berbeda agresivitas dan/atau virulensinya. Agresivitas mencerminkan vigor atau efektivitas patogenik sedangkan virulensi menunjukkan keadaan relatif hasil interaksi strain-strain patogen dan inang. Suatu strain dikatakan virulen apabila strain tersebut dapat tumbuh dan berkembang di tanaman inang, keadaan sebaliknya disebut avirulen.

Di dalam patogen, seperti halnya tanaman tinggi, juga terjadi evolusi dan rekombinasi genetik sehingga menimbulkan ras-ras baru sebagai akibat dari mutasi, rekombinasi seksual, heterokariosis dan hibridisasi somatik (Sparrow 1979). Akibatnya ketahanan tanaman terhadap penyakit yang ditimbulkannya tidak dapat sempurna dan lestari.

Respons inang dalam menghadapi patogen dapat dibedakan ke dalam rentan, peka, dan tahan. Tanaman dikatakan rentan apabila mudah terinfeksi patogen dan disebut peka apabila setelah terjadi infeksi kemudian berkembang menjadi penyakit yang parah. Sedangkan reaksi tahan terjadi, apabila pertumbuhan patogen di dalam tanaman inang tersebut terhambat.

Terhambatnya pertumbuhan patogen tersebut bisa terjadi melalui: pembatasan infeksi dan penghambatan pertumbuhan patogen. Pembatasan infeksi dapat disebabkan oleh reaksi hipersensitif maupun oleh mekanisme mekanik. Sedangkan penghambatan pertumbuhan patogen, kemungkinan, karena kandungan kimiawi tanaman inang.

Ketahanan dibedakan menjadi tiga kategori yaitu ketahanan khusus/spesifik, ketahanan umum dan toleran. Ketahanan khusus untuk menunjukkan bahwa tanaman inang mempunyai ketahanan hanya terhadap salah satu atau beberapa ras patogen, sering disebut juga sebagai ketahanan vertikal. Ketahanan umum juga disebut ketahanan horizontal atau ketahanan poligenik, untuk menunjukkan tanaman yang mempunyai tingkat ketahanan sedang terhadap berbagai macam ras suatu patogen. Toleran adalah mekanisme ketahanan dimana tanaman mampu mengurangi kerusakan pada tingkat infeksi yang sama, sehingga meskipun terserang penyakit tanaman toleran masih mampu mempertahankan tingkat produksinya. Berbeda dengan sifat tahan dan *avoidance*, toleran tidak mengurangi tingkat infeksi. Tanaman yang secara cepat mampu pulih setelah serangan hama juga merupakan sifat toleran (Niks *et al.* 1993).

GENETIKA KETAHANAN

Interaksi antara inang dan patogen seringkali berdasarkan konsep hubungan *gene-for-gene*. Pada konsep ini ketahanan hanya dapat diekspresikan apabila tanaman inang mengandung alel-alel tahan dan patogen memiliki alel-alel avirulen (Singh 2006). Gen-gen ketahanan dapat berinteraksi secara epistatik ataupun aditif. Nelson (1973) berpendapat bahwa gen-gen untuk ketahanan umum bukan diakibatkan oleh aksi gen-gen yang berlainan, tetapi merupakan ekspresi gen-gen yang sama di dalam latar belakang genetik yang berbeda. Tidak ada gen-gen mayor dan minor, dan disimpulkan bahwa gen-gen ketahanan berfungsi secara vertikal apabila berdiri sendiri dan horizontal apabila bersama-sama. Sebaliknya Keller, Feuillet, dan Messmer (2000) berpendapat bahwa semua gen-gen ketahanan di tanaman inang dan patogen (baik gen mayor maupun minor) berinteraksi berdasarkan interaksi gen atas gen. Jika hanya beberapa gen dengan efek mayor yang berfungsi perbedaan interaksi dapat dilihat dengan jelas, keadaan yang terbentuk disebut ketahanan vertikal. Jika banyak gen masing-masing dengan pengaruh kecil, bersama-sama menentukan pola ketahanan/patogenitas, sulit untuk memisahkan perbedaan interaksi yang terjadi dari galat percobaan karena kecilnya. Bentuk ketahanan seperti itu disebut ketahanan horizontal atau ketahanan nonspesifik.

Ketahanan vertikal dikendalikan dan diturunkan oleh satu/beberapa gen (mono/oligogenik). Pewarisan sifat monogenik/oligogenik mengikuti pola pewarisan sifat gen-gen mayor maka seringkali disebut juga ketahanan gen mayor (Keller *et al.* 2000). Ketahanan penyakit yang dikendalikan oleh banyak gen diwariskan secara kuantitatif, tetapi tidak secara aditif sederhana. Secara ringkas perbedaan dua kategori ketahanan di atas dinyatakan oleh Simmonds (1986) sebagai berikut: (1) Ketahanan yang dikendalikan oleh satu atau beberapa gen mayor, gen-gen tersebut mempunyai efek nyata, seringkali dominan dan hipersensitif, biasanya spesifik patotipe, (2) Ketahanan yang dikendalikan oleh poligen, efek masing-masing gen kecil, pengaruh lingkungan besar, lebih merupakan penghambatan infeksi dan tidak spesifik patotipe.

Selain dua jenis ketahanan di atas terdapat pula ketahanan yang diwariskan oleh sitoplasma (Coffelt dan Porter 1986). Review terakhir menunjukkan bahwa proses ketahanan sangat kompleks dan melibatkan perubahan yang cukup besar pada metabolisme sel maupun ekspresi gen, baik melalui aktivasi gen maupun inaktivasi gen (Nombelo dan

Muniz 2006). Ketahanan tanaman diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu ketahanan alami (*innate resistance*) dan ketahanan induksi (*induced resistance*).

Pada kacang tanah terdapat banyak karakter yang pewarisannya dikendalikan oleh faktor sitoplasma, baik karakter morfologi, agronomi, fisiologi, maupun ketahanan terhadap penyakit (Murthy dan Reddy 1993).

1. Penyakit karat

Ketahanan terhadap penyakit karat pada kacang tanah dilaporkan dikendalikan oleh gen duplikat resesif (Knauff 1987). Tergantung pada tetua tahan yang digunakan, Kishore *dalam* Subrahmanyam *et al.* (1993) mengamati adanya gen pengendali digenik dan trigenik resesif, gen pengendali lebih dari dua gen resesif juga dilaporkan oleh Zheng (1987). Menurut Knauff (1987) sistem dua gen tidak selalu dapat menerangkan ketahanan/kepekaan tanaman terhadap karat, terutama apabila gejala karat yang ditunjukkan berskala sedang. Meskipun jumlah gen pengendali yang dilaporkan tidak sama, namun semua peneliti melaporkan bahwa ketahanan pada kultivar budidaya bersifat resesif (Sing dan Oswalt 1991).

2. Penyakit bercak daun

Ketahanan terhadap penyakit bercak daun pada kacang tanah kemungkinan dikendalikan oleh faktor sitoplasmik dan efek genetik aditif (Coffelt dan Potter 1986). Sedangkan Walls dan Wynne (1985) dalam mempelajari hasil persilangan dengan menggunakan NC7 sebagai sumber ketahanan terhadap bercak daun mendapatkan bahwa ketahanan parsial yang ada dalam progeni F₁ tidak semata-mata dikendalikan oleh gen-gen resesif tetapi juga dipengaruhi oleh gen-gen *modifier* yang terdapat di lokus tempat gen pengendali ketahanan. Janila *et al.* (2013) mempelajari pewarisan interspesifik mendapatkan bahwa ketahanan terhadap bercak daun akhir dikendalikan oleh kombinasi efek gen di dalam inti maupun maternal.

3. Penyakit layu bakteri *Ralstonia*

Informasi tentang genetika ketahanan penyakit layu bakteri *R. solanacearum* pada kacang tanah di Indonesia masih sangat terbatas (Lagiman *et al.* 2000, Nugrahaeni 2007).

Pewarisan ketahanan terhadap bakteri layu *R. solanacearum* tidak dipengaruhi oleh tetua betina, baik pada kacang tanah tipe *Spanish* maupun tipe *Valencia* (Lagiman *et al.* 2000, Nugrahaeni *et al.* 2007), berbeda dengan pada tipe '*Chinese dragon*' (Shan *et al.* 1998). Ditemukan pula adanya pengaruh tetua betina pada pewarisan ketahanan terhadap penyakit layu bakteri.

Gen pengendali ketahanan terhadap penyakit layu bakteri pada kacang tanah yang dilaporkan beragam, baik dalam jumlah maupun tipe aksi gen yang terlibat. Lagiman *et al.* (2000) melaporkan gen pengendali ketahanan terhadap layu bakteri pada varietas Gajah merupakan sifat kuantitatif. Hasil berbeda didapatkan oleh Nugrahaeni *et al.* (2007) yang mendapatkan gen pengendali monogenik pada sifat tahan layu varietas Bima dan dua gen epistasis dominan rangkap pada varietas Gajah dan GH 502, sedangkan pada Turangga dan ICGV 93370 ketahanan tersebut dikendalikan secara digenik yang berinteraksi epistatik duplikat resesif.

Liao *et al.* (1986) mengkaji pewarisan ketahanan pada kultivar Xiekangqing, Taishan Sanlirao, Taishan Zhengzhu dengan membuat persilangan masing-masing kultivar tahan tersebut dengan kultivar rentan Hong Hua 1. Berdasarkan reaksi ketahanan pada tetua

yang digunakan diduga ketahanan di keempat tetua dikendalikan oleh tiga gen, dua gen untuk ekspresi ketahanan yang bersifat aditif dan satu gen berperan sebagai gen penghambat ekspresi ketahanan. Banyak peneliti melaporkan hasil yang sejalan bahwa gen pengatur ketahanan kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri *R. solanacearum* bersifat dominan sebagian (Shan *et al.* 1998, Lagiman *et al.* 2000, dan Nugrahaeni *et al.* 2007), namun hasil yang berlawanan, yaitu bersifat resesif, didapatkan oleh Wang *et al.* (dalam Liao *et al.* 1994).

4. *A. flavus*

Ketahanan kacang tanah terhadap *A. flavus* terdiri atas tiga tipe yaitu tahan terhadap infeksi polong (*pre-harvest infection resistance*/PIR), tahan terhadap invasi biji dan kolonisasi (*dry seed resistance*/DSR), dan tahan terhadap produksi aflatoxin (*aflatoxin production resistance*/APR). Ketahanan ke tiga tipe tersebut dikendalikan oleh gen-gen yang berbeda (Utomo *et al.* 1990), sehingga dimungkinkan untuk menggabungkan ketiga tipe ketahanan ke dalam satu varietas. PI 337409 dan PI 337394F tahan terhadap invasi biji dan kolonisasi (Mixon dan Rogers 1973). Tipe ketahanan yang sama didapatkan pada varietas Jerapah, Kancil, Turangga, Bison, Domba, dan Talam 1 (Kasno 2009, Balitbangtan 2012).

5. Penyakit belang (PStV)

Belum ditemukan genotipe kacang tanah tahan PStV pada koleksi plasma nutfah, dan belum ada studi genetika ketahanan terhadap penyakit ini di Indonesia. Beberapa gen ketahanan telah didapatkan pada kerabat liar kacang tanah.

6. Penyakit busuk batang

Evaluasi kegenetikaan penyakit busuk batang masih sangat terbatas. Pujar *et al.* (2011) mengkaji populasi F1, F2, dan F3 hasil persilangan TAG 24 (peka) dan R 9227 (tahan) mendapatkan jumlah segregan tahan yang relatif sedikit.

Pola pewarisan ketahanan terhadap suatu penyakit perlu diketahui sebagai bahan informasi dalam pemuliaan dan seleksi. Aksi gen (resesif, dominan) dapat diketahui dengan mengamati tanaman-tanaman F1 dan susunan genetik dari sifat ketahanan dipeleajari dengan menganalisis tanaman-tanaman F2.

Harapan untuk mendapatkan varietas unggul kacang tanah multi resisten muncul dengan dididatkannya varietas unggul tahan layu bakteri, tahan busuk batang, tahan aflatoxin, dan mempunyai kandungan minyak tinggi (>56%) di China (Liao 2010).

SKRINING UNTUK KETAHANAN

Keberhasilan mengidentifikasi adanya ketahanan tergantung kepada keragaman sumber daya genetik, teknik yang tepat untuk melakukan penilaian ketahanan, dan lingkungan yang sesuai untuk perkembangan patogen (Singh 2006). Pemilihan teknik skrining banyak ditentukan oleh jumlah dan macam bahan yang tersedia, fasilitas, dan informasi tentang biologi patogen dan epidemiologi penyakit. Teknik skrining harus dapat diandalkan dan mudah sehingga dapat diulang dengan hasil yang tidak berbeda.

Teknik seleksi untuk ketahanan terhadap penyakit bercak daun dan karat di lapang dilakukan di tempat yang mempunyai tingkat serangan penyakit yang tinggi, baik secara alami ataupun buatan. Genotipe-genotipe yang diuji dan genotipe yang sangat peka ditanam bersama-sama dalam petak-petak berulang yang diatur secara sistematis. Subrah-

manyam dan McDonald (1983) menggunakan perbandingan 1:4 untuk baris infektor:baris genotipe yang diuji. Namun perbandingan itu bisa berubah tergantung kondisi lokasi pengujian. Untuk meningkatkan perkembangan penyakit dapat dilakukan dengan menginfeksi baris-baris infektor dengan suspensi spora atau menyebarkan daun-daun yang ter-serang penyakit di sepanjang baris infektor (Subrahmanyam 1991, Subrahmanyam dan McDonald 1983). Upaya ini sangat efektif bila dilakukan pada sore hari setelah dilakukan pengairan tanaman. Jika yang diperlukan hanya satu jenis penyakit, baris infektor disemprot dengan fungisida untuk mengendalikan karat dan disemprot dengan carbendazim untuk mengendalikan bercak daun. Untuk mencukupi kelembaban yang dipersyaratkan bagi perkembangan penyakit yang optimum, pengairan diberikan secara berkala sampai dengan saat panen. Pengamatan karat dan bercak daun dilakukan sekitar 10 hari sebelum panen. Seleksi terhadap bercak daun dan karat dapat juga dilakukan di rumah kaca dengan menggunakan tanaman-tanaman di pot atau di laboratorium dengan mengamati salah satu atau beberapa komponen ketahanan pada contoh daun. Seleksi di rumah kaca/laboratorium bermanfaat untuk daerah-daerah yang tidak terdapat epidemi karat/bercak daun atau banyak terdapat penyakit-penyakit daun lain yang akan mengganggu penya-ringan di lapang. Tetapi teknik ini mempunyai keterbatasan untuk mengidentifikasi ketahanan yang moderat (Subrahmanyam 1991).

Untuk patogen yang *immobile*, seperti bakteri layu bakteri, dapat dibuat blok-blok pengujian dengan menanam blok-blok tersebut secara terus-menerus atau memilih blok-blok yang terinfeksi berat oleh bakteri (Liao *et al.* 2005). Untuk skrining dalam jumlah banyak, ditanam satu baris tanpa ulangan. Genotipe dengan persentase tanaman hidup tinggi diuji lagi pada kondisi yang sama, namun berulang. Setiap pengujian ditanam varietas pembanding tahan dan rentan untuk memonitor tingkat cekaman penyakit. Pada penelitian genetika, pengujian ketahanan dengan inokulasi buatan memberikan hasil yang lebih teliti, karena dapat membedakan reaksi agak tahan dan tahan. Terdapat banyak cara inokulasi buatan pada pengujian ketahanan terhadap penyakit layu bakteri, yaitu perendaman akar, perendaman benih, inokulasi batang, injeksi hypodermi, metode tusuk gigi, inokulasi tanah, dan inokulasi siram (ICRISAT 2013). Nugrahaeni *et al.* (2007) membandingkan inokulasi tanah dan inokulasi siram mendapatkan metode inokulasi tanah lebih efektif dan efisien dibandingkan metode inokulasi siram. Inokulasi tanah adalah inokulasi dengan cara menyiram tanah media tumbuh dengan inokulum dosis 100 ml/5 kg tanah, kemudian tanah yang telah disiram tersebut diinkubasi selama tiga hari. Inokulasi siram adalah inokulasi dengan cara menyiramkan inokulum pada tanaman umur 2 minggu dengan dosis 50 ml/tanaman. Pada cara inokulasi tanah, bakteri telah mengalami inkubasi yang memungkinkan terjadi peningkatan populasi bakteri di dalam tanah pada saat tanam, sehingga tanaman pada cara inokulasi ini telah terpapar bakteri sejak masih dalam bentuk biji. Proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman menyebabkan munculnya lubang-lubang alami sebagai pintu masuk bakteri ke dalam tanaman. Sedangkan pada cara siram, pada saat aplikasi bakteri, tanaman telah berumur dua minggu. Kemungkinan konsentrasi bakteri yang diberikan tidak mampu menginfeksi tanaman pada saat itu. Diperlukan konsentrasi bakteri yang tinggi untuk bisa menginfeksi tanaman secara alami.

Metode skrining ketahanan terhadap *A. flavus* tergantung pada tipe ketahanan yang akan diidentifikasi, ketahanan terhadap infeksi polong (*pre-harvest infection resistance*/PIR), ketahanan terhadap invasi biji dan kolonisasi (*dry seed resistance*/DSR), atau ketahanan terhadap produksi aflatoksin (*aflatoxin production resistance*/APR). Kandungan senyawa aflatoksin B1 dapat diamati dengan teknis deteksi cepat aflatoksin B1 (AFB1)

dilakukan secara Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) dengan format ELISA kompetitif langsung. Dengan metode ini batasan deteksi AFB1 bisa sampai serendah 0,3 ppb (0,3 µg/g) dalam sampel kacang tanah.

Skrining ketahanan terhadap busuk batang dapat dilakukan dengan inokulasi buatan di lapangan maupun di rumah kaca (RK). Terdapat banyak metode skrining yang pernah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan kacang tanah terhadap penyakit ini (ICRISAT 2013). Namun secara umum skrining dapat dilakukan di RK maupun di lapangan, inokulasi dapat diberikan langsung pada tanaman atau tanah. Inokulum patogen diperbanyak melalui biji sorgum atau oat. Penilaian gejala serangan di RK dapat dilakukan 4–5 hari setelah inokulasi dengan 2–3 hari interval. Skala penilaian dapat mengacu pada Sconyers *et al.* (2005), atau Lee *et al.* (2012) dalam (ICRISAT 2013).

Skrining ketahanan terhadap fitoplasma penyebab penyakit sapu setan dilakukan di rumah kaca. Setiap genotipe diinokulasi dengan fitoplasma melalui serangga vektor *O. argentatus*. Serangga vektor *O. argentatus* diberi periode akuisisi satu hari pada tanaman sakit dan periode laten 11 hari pada tanaman kacang tanah sehat. Selanjutnya serangga dipindahkan ke tanaman kacang tanah uji (lima serangga per tanaman) untuk diberi periode inkubasi selama satu hari (Nugroho *et al.* 2000).

CARA PENILAIAN

Cara penilaian gejala penyakit karat dan bercak daun pada kacang tanah yang dikembangkan Subrahmanyam (1991) sering digunakan pada penelitian ketahanan, skrining ketahanan, atau pengendalian kedua penyakit daun tersebut (Pensuk *et al.* 2003, Sumartini dan Trustinah 2013). Bahkan menurut Janila *et al.* (2013) penilaian di lapang menggunakan skor merupakan kriteria seleksi terbaik karena heritabilitas yang tinggi dan kemudahan dalam pengukuran. Cara penilaian Subrahmanyam (1991) gejala serangan diklasifikasikan berdasarkan skala penilaian dari 1 (tidak ada tanda serangan penyakit) sampai dengan 9 (hampir semua helai daun mengering) untuk penyakit karat dan 1 (tidak ada tanda serangan penyakit) sampai dengan 9 (hampir semua daun gugur), untuk penyakit bercak daun. Cara tersebut masih digunakan hingga kini karena mampu memisahkan berbagai macam reaksi genotipik terhadap serangan penyakit dan mudah dilakukan, sehingga metode yang sama dapat digunakan selama periode seleksi. Saat pengamatan yang tepat perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil penilaian yang tepat. Gejala penyakit bercak daun mencapai puncaknya setelah fase pertumbuhan daun maksimum (Tshilenge-Lukanda *et al.* 2012).

Dwivedi *et al.* (2002) dan Yudiwanti *et al.* (2006) menyarankan cara penilaian ketahanan terhadap penyakit karat dan bercak daun yang praktis yaitu persentase daun hijau. Dwivedi *et al.* (2002) mendapatkan bahwa ketahanan terhadap penyakit karat disebabkan oleh periode inkubasi dan laten yang lebih lama, pustul per daun lebih sedikit, diameter pustul lebih kecil, indeks sporulasi lebih rendah, kerusakan daun lebih sedikit, dan skor penyakit. Oleh karena itu bagian daun yang masih hijau dapat digunakan sebagai kriteria seleksi untuk ketahanan terhadap penyakit karat. Intensitas warna hijau memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi, yaitu mencapai 80,7% (Yudiwanti *et al.* 2006). Intensitas warna hijau daun diklasifikasikan ke dalam biasa, agak hijau, hijau, dan lebih hijau. Pengamatan visual intensitas warna hijau daun dapat dikuantifikasi dengan pengamatan kadar klorofil total daun. Penentuan kadar klorofil total relatif mudah dilakukan dan biayanya cukup murah. Karakter tersebut memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi (72,9%) (Yudiwanti *et al.* 2007), oleh karena itu potensial digunakan sebagai kriteria

seleksi. Intensitas warna hijau daun yang lebih tinggi tidak berimplikasi dengan daya hasil yang rendah (Yudiwanti *et al.* 1998). Dengan demikian dimungkinkan untuk mendapatkan genotipe tahan sekaligus mempunyai karakter agronomi yang baik.

Beberapa peneliti (Moraes dan Godoy 1985; Walls *et al.* 1985; Jogloy *et al.* 1987; Chiteka *et al.* 1988a; Chiteka *et al.* 1988b) mengevaluasi ketahanan genotipe-genotipe kacang tanah terhadap penyakit bercak daun dengan mengamati komponen-komponen ketahanan. Komponen ketahanan yang dapat digunakan untuk seleksi ketahanan dan merupakan komponen yang paling besar sumbangannya terhadap skoring visual adalah periode laten, ukuran kerusakan dan tingkat sporulasi. Genotipe-genotipe tahan dicirikan dengan ukuran kerusakan lebih kecil, periode laten lebih panjang dan tingkat sporulasi lebih rendah. Nevill (1980) mendapatkan bahwa semua komponen ketahanan diturunkan secara kuantitatif.

Penilaian ketahanan kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri, pada umumnya dinyatakan dalam intensitas penyakit atau persentase tanaman hidup. Suatu genotipe dinyatakan tahan apabila lebih dari 85% tanaman pada genotipe tersebut dapat bertahan hidup, rentan apabila kurang dari 65% tanaman yang hidup (Machmud dan Rais 1994). Indikator ketahanan tersebut penilaiannya berbasis populasi, sehingga tidak dapat digunakan dalam penilaian ketahanan pada individu seperti yang seharusnya dilakukan pada populasi bersegregasi. Beberapa peneliti (Mehan *et al.* 1995, Tamura *et al.* 2002, Wang dalam Balatero *et al.* 2002, Nugrahaeni *et al.* 2007) melakukan penilaian ketahanan berdasarkan skor penyakit. Skor tersebut mempunyai skala antara 0–4, 1–5, atau 0–6, dengan skala terendah merujuk pada kondisi tanaman tanpa gejala, sedangkan skala tertinggi diberikan pada tanaman dengan kondisi lebih dari 90% daun layu, atau seluruh tanaman layu, atau tanaman mati.

Untuk penyakit belang PSTV, Middleton *et al.* (1988) menyarankan bahwa skoring harus memperhatikan: (1) persentase serangan, (2) macam gejala serangan, (3) pengujian serologis untuk seluruh tanaman yang tidak menunjukkan gejala serangan, dan (4) perki-raan hasil, terutama untuk genotipe-genotipe yang menunjukkan gejala serangan sedang.

Penilaian atau pengamatan gejala stem rot dilakukan pada 4/5 hari setelah inokulasi (HSI) dengan 2–3 hari untuk 6–7 kali pengamatan. Pengamatan dapat menggunakan 5 skala, skala 1 tanaman sehat hingga skala 5 >50% tanaman menunjukkan gejala pe-nyakit. Apabila pengamatan dilakukan per individu, kisaran skala 0 (tanaman tanpa gejala) hingga 4 (tanaman layu dan mati) (ICRISAT 2013).

Penilaian ketahanan terhadap fitoplasma dilakukan dengan mengamati reaksi tanaman inang pada gejala, kejadian penyakit, periode inkubasi, dan pengurangan bobot biji kemu-dian mengklasifikasikannya menjadi tahan, agak tahan, rentan, dan sangat rentan (Green 1987 dalam Nugroho *et al.* 2000).

Penilaian ketahanan terhadap kutu kebul dapat dilakukan berdasarkan kerusakan daun atau jumlah kutu kebul. Penilaian terhadap tingkat ketahanan kutu kebul ditentukan berdasarkan jumlah kutu kebul yang ditemukan pada tanaman berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Gulluoglu *et al.* (2010) sebagai berikut.

- | | | |
|-----|---------------|---|
| 1 = | Sangat tahan | terdapat kurang dari 10 telur+larva+ pupa per 2,85 cm ² daun |
| 2 = | Tahan | terdapat 11–20 telur + larva+pupa per 2,85 cm ² daun |
| 3 = | Agak tahan | terdapat 21–35 telur+larva+pupa per 2,85 cm ² daun |
| 4 = | Rentan | terdapat 36–50 telur+larva+pupa per per 2,85 cm ² daun |
| 5 = | sangat rentan | terdapat lebih dari 51 telur+larva+pupa per 2,85 cm ² daun |

Intensitas kerusakan daun karena serangan kutu kebul berdasarkan skor kerusakan daun, yaitu skor 0= tidak terserang kutu kebul dan tanpa gejala keriting dan atau tidak muncul embun jelaga, skor 1= terserang kutu kebul ditandai dengan gejala daun keriting dan atau muncul embun jelaga pada daun dengan intensitas 0–25%, skor 2= terserang kutu kebul ditandai dengan gejala daun keriting dan atau muncul embun jelaga pada daun dengan intensitas 26–50%, skor 3= terserang kutu kebul ditandai dengan gejala daun keriting dan atau muncul embun jelaga pada daun dengan intensitas 51–75% dan atau polong serta biji tidak berkembang dengan baik (abnormal), skor 4= terserang kutu kebul ditandai dengan gejala daun keriting dan atau muncul embun jelaga pada daun dengan intensitas >76% dan atau polong serta biji tidak berkembang dengan baik (abnormal).

SUMBER KETAHANAN

Sumber genetik ketahanan tanaman terhadap penyakit terutama bercak daun, karat dan layu pada kacang tanah dicari pada populasi yang berkerabat paling dekat dengan varietas unggul, seperti varietas lokal dan varietas introduksi. Apabila tidak didapatkan sumber ketahanan pada populasi berkerabat dekat, sumber gen ketahanan dicari dari varietas liar, spesies atau genera lain. Namun, semakin jauh kerabat antara sumber ketahanan dengan varietas yang diperbaiki, semakin sulit untuk memindahkan gen tahan tanpa terikutnya gen-gen/kompleks gen lain yang tidak dikehendaki.

Sumber ketahanan merupakan dasar dapat dilakukannya pemuliaan ketahanan, kegiatan skrining atau evaluasi ketahanan terhadap penyakit utama pada kacang tanah telah banyak dilakukan. Evaluasi sumber daya genetik kacang tanah berhasil mendapatkan varietas kacang tanah yang dapat digunakan sebagai sumber gen tahan terhadap penyakit utama.

1. Penyakit karat; ICGV 87358, ICGV 92088, dan PI 405132, MLGA 0292, MLGA 0296, MLGA 0300, MLGA 0337, MLGA 0338, dan MLGA 0340, MLGA 0060, MLGA 0102, MLGA 0343 (MLGA 87868), MLGA0404 (ICGV 91230), dan MLGA 0414 (ICGV 92004), MLGA 0099 (Sumartini dan Trustinah 2013).
2. Penyakit bercak daun; sangat tahan (MLGA 0060, MLGA 0102, MLGA 0343, MLGA0404, MLGA 0414) dan 68 aksesi tahan. Utomo dan Mat Akin (2004) mendapatkan ICGV 88262 mempunyai ketahanan terhadap bercak daun lebih tinggi dibanding varietas Kelinci. N96076L dilaporkan mempunyai ketahanan terhadap beberapa penyakit, di antaranya adalah bercak daun *C. arachidicola* (Isleib *et al.* 2006).
3. Penyakit layu bakteri; Terdapat dua belas dari 18 varietas unggul kacang tanah di Indonesia hasil persilangan buatan mendapatkan gen ketahanan terhadap penyakit layu bakteri dari Schwarz 21, baik secara langsung maupun tidak langsung (Balitbangtan 2012). Hasil pengujian di rumah kaca menunjukkan bahwa di antara varietas-varietas tersebut varietas Gajah, Banteng, Tapir, Kidang, Tupai, Domba, Mahesa, Anoa, dan Tuban tergolong tahan terhadap penyakit layu bakteri (Rahayu 2009). Nugrahaeni (data tidak dipublikasikan) telah melakukan seleksi tanaman tunggal dan serangkaian pengujian di lahan endemi layu di Pati-Jawa Tengah dan di Dau-Malang selama empat musim, tahun 2002 hingga 2006, dan uji konfirmasi di rumah kaca menggunakan inokulasi buatan cara siram mendapatkan tujuh genotipe tahan yaitu Gajah, Bima, GH 502, ICGV 93370, Turangga, dan Lokal Pati. Pada pengujian sumber daya genetika kacang tanah didapatkan 55 aksesi tahan (Trustinah *et al.* 2007), 89 aksesi sangat tahan meliputi varietas unggul seperti Gajah, Banteng,

- Tapir, Kidang, Tupai, Domba, Mahesa, Panther, Kancil, Anoa, Tuban (Trustinah *et al.* 2008). Suryadi dan Rais (2009) mendapatkan lima genotipe tahan, yaitu ICGV 88262, lokal Sindangbarang, PI 203395, ICG 10067, dan ICG 3400 pada pengujian ketahanan di rumah kaca menggunakan inokulum asal Cibinong melalui inokulasi siram sebanyak 30 ml inokulum pada kepadatan 107 cfu/ml. Di Cina, ketahanan terhadap penyakit layu bakteri yang tinggi (sangat tahan) didapatkan pada kacang tanah tipe Chinese dragon yang dikoleksi di Cina Selatan dimana layu bakteri telah lama ada. Sebaliknya, kacang tanah tipe yang sama yang dikoleksi di Cina Utara mempunyai ketahanan yang lebih rendah. Hal tersebut menunjukkan adanya evolusi ketahanan sebagai akibat tekanan seleksi alam (Duan *et al.* 1993 dalam Liao 2005).
4. *A. flavus*; Ketahanan terhadap *A. flavus* dibedakan ke dalam tiga tipe, yaitu ketahanan terhadap infeksi kulit polong, ketahanan kolonisasi biji *in vitro*, dan produksi aflatoksin. Genotipe kacang tanah yang dilaporkan tahan terhadap infeksi polong (kulit polong) adalah Shulamit dan Darou IV, PI 337394 F, PI 337409, GFA 1, GFA 2, UF 71513, Ah 7223, J 11, Var 27, U 4-47-7, Faizpur, dan Monir 240-30 untuk ketahanan kolonisasi biji *in vitro* oleh *A. flavus* (IVSCAF); serta U 4-7-5 dan VRR 245 untuk ketahanan terhadap produksi aflatoksin. Arti penting kontaminasi aflatoksin di lapang baru diketahui pada akhir 1980-an, dan beberapa genotipe tahan IVSCAF (PI 337394 F, PI 337409, GFA 1, GFA 2, J 11, UF 71513, dan Ah 7223) dilaporkan mempunyai infeksi biji di lapang rendah (Mehan 1989). Genotipe ICGV 91234, ICGV 90129, ICGV 91015, ICGV 94095, ICGV 87935 teridentifikasi agak tahan *A. flavus* sekaligus tahan/agak tahan penyakit karat dan bercak daun (Trustinah *et al.* 2004).
 5. PSfV. Genotipe ICG 11558 (*A. cardenasii*) dinyatakan immun, sedangkan genotipe tahan adalah: ICG 4983 (*A. chacoense*), ICG 8973 (*A. paraquariensis*), ICG 8215 dan ICG 11560 (*Erectoidesa* sp.), ICG 11562 dan ICG 12168 (*A. cardenasii*), dapat digunakan sebagai sumber gen tahan sehingga memberi harapan untuk mengembangkan varietas tahan PSfV.
 6. Stem rot. Beberapa genotipe dilaporkan mempunyai ketahanan parsial di antaranya adalah C-99R (Gorbert dan Shokes 2002), Georgia-02C (Branch 2003) dan R 9227 (Pujar *et al.* 2011). Tanaman kacang tanah dengan tipe tumbuh tegak menunjukkan gejala penyakit lebih ringan dibandingkan dengan tanaman tanaman tipe menjalar atau mempunyai lebih banyak daun yang menyentuh tanah (Shew, Wynne, dan Beute (1987) dalam Thiessen dan Woodward (2012).
 7. Sapu setan. Hasil penelitian ketahanan kacang tanah terhadap sapu setan masih sangat terbatas, dan belum ada varietas unggul yang dilepas untuk ketahanan terhadap penyakit ini. Namun pada pengujian terhadap beberapa varietas unggul, Nugroho *et al.* (2000) melaporkan varietas unggul Macan, Zebra, dan Simpai bereaksi agak tahan terhadap penyakit tersebut. Ketiga varietas tersebut merupakan varietas unggul lama, dilepas pada tahun 1950 (Macan) dan pada tahun 1992 (Simpai dan Zebra).
 8. Kutu kebul. Skrining yang dilakukan terhadap plasma nutfah dan beberapa varietas unggul kacang tanah di Amerika belum mendapatkan genotipe yang tahan terhadap kutu kebul (McAuslane *et al.* 1995). Di Indonesia, terdapat tiga genotipe yang mempunyai indikasi toleran terhadap kutu kebul, yaitu Talam 1, GH 4 dan GH 5 (Kasno *et al.* 2011).

SELEKSI UNTUK KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT

Ketahanan terhadap penyakit hanyalah salah satu dari banyak sifat yang harus diperbaiki. Prosedur seleksi tidak berbeda dengan sifat-sifat agronomi, kecuali dua hal yakni: (1) ketahanan dapat diukur hanya apabila tanaman terinfeksi oleh patogen, karena itu melibatkan organisme hidup yang beragam, dan (2) ketahanan mungkin sulit dimanfaatkkan dan mungkin berubah. Karenanya, pemilihan varietas tahan dilakukan sejak generasi awal hingga uji multilokasi.

Seleksi dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Seleksi langsung merupakan upaya pemisahan fenotipe rentan dan fenotipe tahan. Pada beberapa penyakit, seleksi langsung mudah dilakukan. Namun pada beberapa penyakit, simptom penyakit tidak mudah diamati atau gejala penyakit baru dapat diidentifikasi pada umur/ fase lanjut. Pada keadaan demikian seleksi tidak langsung dapat membantu mempersingkat siklus atau mempermudah identifikasi galur-galur tahan. Cekaman kekeringan diketahui dapat meningkatkan kontaminasi aflatoksin pada kacang tanah (Girdthai *et al.* 2010; Ayunyanark *et al.* 2010), dan beberapa peneliti mendapatkan bahwa genotipe toleran cekaman kekeringan memiliki toleransi terhadap kontaminasi aflatoksin (Holbrook *et al.* 2000; Girdthai *et al.* 2010). Hasil-hasil penelitian tersebut menyarankan seleksi tidak langsung ketahanan terhadap kontaminasi aflatoksin melalui seleksi ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Girdthai *et al.* (2010) mendapatkan bahwa seleksi melalui karakter fisiologis ketahanan terhadap kekeringan, SLA (*specific leaf area*) dan SCMR (*SPAD chlorophyll meter reading*), berpeluang efektif meningkatkan ketahanan terhadap aflatoksin pada kacang tanah. SLA dan SCMR berkorelasi erat dengan karakter aflatoksin (infeksi *A. flavus* dan kontaminasi aflatoksin). Namun Hamidoua *et al.* (2014) mendapatkan bahwa cekaman kekeringan dapat meningkatkan kontaminasi aflatoksin, tetapi tidak ditemukan hubungan langsung antara toleransi terhadap kekeringan dan konsentrasi aflatoksin. Berdasarkan hasil penelitian tersebut Hamidoua *et al.* (2014) menyimpulkan bahwa mekanisme toleransi terhadap kekeringan berbeda dengan mekanisme toleransi terhadap kontaminasi aflatoksin.

Seleksi untuk mendapatkan galur tahan terhadap penyakit dilakukan secara visual, yakni tanaman sehat dipilih dari tanaman yang sakit. Tanaman sehat berhubungan erat dengan gen ketahanan, jika sifat tahan dikendalikan oleh satu atau beberapa gen (monogenik). Namun jika sifat tahan yang dikendalikan oleh banyak gen (poligenik), ekspresi ketahanannya mengikuti sebaran kontinyu. Pada keadaan demikian diperlukan metode penilaian berupa skala yang dapat memisahkan genotipe tahan dari genotipe yang tidak tahan. Seleksi harus dilakukan pada saat yang tepat, yaitu saat segregasi mencapai maksimum, untuk karakter dengan heritabilitas tinggi adalah pada generasi F₂, atau pada saat gen-gen ketahanan telah terfiksasi yaitu pada generasi lanjut untuk karakter-karakter yang dikendalikan oleh gen-gen non-aditif.

PEWARISAN GEN KETAHANAN DAN PROSEDUR SELEKSI

Pemuliaan untuk ketahanan merupakan cara yang paling baik untuk mengendalikan penyakit/hama. Tahap pertama dalam pemuliaan ketahanan adalah mengidentifikasi sumber ketahanan, menginkorporasikan gen ketahanan, dan seleksi atau isolasi galur-galur tahan. Pemahaman mekanisme ketahanan dan cara pewarisan pada penyakit/hama target sangat diperlukan untuk memulai program pemuliaan ketahanan. Informasi cara pewarisan penting sebagai dasar penetapan program seleksi. Pendugaan pengaruh genetik akan

membantu menduga efektivitas seleksi. Apabila sifat tahan dikendalikan oleh secara monogenik dan berada pada genotipe dengan latar belakang karakter agronomi baik, seleksi ketahanan menjadi mudah, dengan catatan metode skrining yang digunakan mampu memisahkan genotipe tahan dari genotipe rentan. Apabila biaya skrining mahal, seleksi dapat ditunda hingga mencapai fase lanjut, karena sekitar 50% galur akan membawa gen ketahanan pada fase homosis (Singh 2006). Apabila sifat tahan ditemukan pada genotipe dengan sifat-sifat agronomi yang tidak dikehendaki maka perlu dilakukan persilangan agar gen tahan dapat diwariskan ke dalam varietas unggul yang telah mempunyai sifat-sifat agronomik baik dan adaptif. Metode yang biasa dipergunakan untuk menyisipkan gen tahan ke dalam varietas unggul adalah metode silang-balik. Silang-balik dilakukan pada F1 dengan tetua peka (penerima) yang mewarisi sifat tahan penyakit, dengan tujuan untuk mengembalikan sifat-sifat baik yang dimiliki oleh tetua penerima. Silang-balik dapat dilakukan beberapa kali hingga sebagian besar sifat baik telah dimiliki oleh keturunannya. Pada silang-balik ini perlu diketahui aksi gen yang akan dipindahkan. Prosedur untuk aksi gen dominan berbeda dengan prosedur untuk aksi gen resesif. Apabila aksi gen pengendali ketahanan bersifat dominan tidak sempurna, seperti dilaporkan pada penyakit layu bakteri, maka tidak mudah untuk mendapatkan zuriat yang mempunyai ketahanan yang lebih tinggi dari tetuanya. Akan tetapi dengan adanya sifat aditifitas maka dapat dilakukan pemilihan tetua dengan ketahanan yang lebih tinggi dalam upaya menggabungkan ketahanan beberapa tetua untuk mendapatkan sumber ketahanan yang lebih tinggi atau untuk mendapatkan zuriat dengan ketahanan yang relatif lebih tinggi (Liao 2005).

PENUTUP

Kacang tanah menghadapi banyak serangan hama dan penyakit dalam budidayanya, beberapa di antaranya menyebabkan kehilangan hasil cukup besar. Penanaman varietas tahan mempunyai kontribusi penting dalam manajemen pengendalian hama dan penyakit tanaman. Varietas tahan merupakan metode pengendalian yang paling murah, aman, dan efektif, serta merupakan komponen utama pengendalian hama terpadu. Oleh karena itu, perakitan varietas kacang tanah pada lima tahun terakhir mulai mengarah pada perakitan varietas tahan. Dari kegiatan perakitan tersebut telah dihasilkan varietas-varietas yang memiliki karakteristik tahan cekaman biotik, yaitu Talam 1 (agak tahan karat daun, indikasi tahan kutu kebul, tahan *A.flavus*), Hypoma 1 (tahan penyakit karat dan bercak daun), Hypoma 2 (agak tahan karat dan bercak daun), Takar 1 (tahan karat daun dan berindikasi tahan kutu kebul), Takar 2 (tahan karat daun), dan dalam proses penerbitan SK pelepasan yaitu Tala 1 dan Tala 2 (tahan layu bakteri *Ralstonia*).

Keragaan tanaman merupakan hasil interaksi genotipe dan lingkungan. Lingkungan pertumbuhan tanaman ke depan akan banyak berubah seiring dengan perubahan iklim, demikian juga dengan hama dan penyakit tanaman. Oleh karena itu kegiatan perbaikan ketahanan tanaman terhadap cekaman bersifat dinamis dan memerlukan penyesuaian terus menerus. Pada kondisi demikian keterbatasan sumber daya genetik akan menjadi kendala. Kacang tanah bukan tanaman asli Indonesia sehingga diperlukan upaya peningkatan keragaman sumberdaya genetik, baik melalui koleksi, introduksi, mutasi, maupun piramidisasi ketahanan.

PUSTAKA

- Arunyanark A, S. Jogloya, S. Wongkaew, C. Akkasaenga, N. Vorasoota, T. Kesmalaa, A. Patanothai. 2010. Heritability of aflatoxin resistance traits and correlation with drought tolerance traits in peanut. *Field Crops Res.* 117:258–264.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian [Balitbangtan]. 2012. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Balatero, C.H., D.M. Hautea, R.A. Hautea, J.O. Narciso, J.T. Bituin, and R.L. Tiongco. 2002. Genetics of Resistance to *Ralstonia solanacearum* causing Bacterial Wilt in Tomato. Poster Presented in the 3rd Internat. Bacterial Wilt Symp. February 4–8, 2002.
- Baliadi, Y., Purwantoro, dan W. Tengkan. 2007. Pengendalian vektor virus, *Aphis glycines* dan *Bemisia tabaci* Genn. dengan insektisida kimia di lahan kering masam Provinsi Lampung.
- BPS. 2014. Luas Panen-Produktivitas-Produksi Tanaman Kacang Tanah Seluruh Provinsi tahun 2009. <http://www.bps.go.id>, tanggal akses 11 Februari 2014.
- Branch, W.D. 2003. Registration of ‘Georgia-02C’ peanut. *Crop Sci.* 43:1883–1884.
- Brown, J.K. and H. Czosnek. 2002. Whitefly transmission of plant viruses. *Advances in Bot. Res.* 36:65–76.
- Chaireni, M.C., S. Sastrosumarjo, A.A. Mattjik, dan Yudiwanti. 2007. Interaksi genotipe-lingkungan untuk ketahanan terhadap penyakit bercak daun pada galur-galur kacang tanah. Pros. Seminar Nasional Hasil Penelitian yang Dibiayai oleh Hibah Kompetitif, Bogor, 1–2 Agustus 2007. 4 hlm.
- Demski J.W., D.V.R. Reddy, G. Sowell Jr., D. Bays. 1984. Peanut stripe virus-a new seed borne potyvirus from China infecting groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Annals of Appl. Biol.* 105:495–501.
- Demski J.W., D.V.R. Reddy, S. Wongkaew, Z.Y. Xu, C.W. Kuhn, B.G. Cassidy, Shukla D.D., N. Saleh, K.J. Middleton, P. Sreenivasulu, R.D.P. Rao, T. Senboku, M. Dollet, D. McDonald. 1993. ‘Peanut Stripe Virus’. Information Bull. No. 38. Peanut Collaborative Support Program, Univ. of Georgia and ICRISAT, India.
- Denny, T.P. 2005. A Short History of the Biochemical and Genetic Research on *Ralstonia solanacearum* Pathogenesis. pp. 323–334. In C. Allen, P. Prior, and A.C. Hayward (eds.). *Bacterial Wilt Disease and the Ralstonia solanacearum Species Complex*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Dwivedi S.L., S. Pande, J. N. Rao & S.N. Nigam 2002. Components of resistance to late leaf spot and rust among interspecific derivatives and their significance in a foliar disease resistance breeding in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Euphytica* 125:81–88.
- Elphinstone, J.G. 2005. The current bacterial wilt situation: A global overview. P.9–28. In C. Allen, P. Prior, and A.C. Hayward (eds.). *Bacterial Wilt Disease and the Ralstonia Solanacearum Species Complex*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Ganesan S., R.G. Kuppasamy, R. Sekar. 2007. Integrated management of stem rot disease (*Sclerotium rolfsii*) of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) using *Rhizobium* and *Trichoderma harzianum* (ITCC-4572). *Turk J Agric.* 31:103–108.
- Girdthai, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., Patanothai, A., 2010b. Heritability of and genotypic correlations between, aflatoxin traits and physiological traits for drought tolerance under end of season drought in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Res.* 118, 169–176.
- Gitaitis, R.D. and R.O. Hammons. 1984. *Bacterial Wilt*. pp. 36–37 In D.M. Porter, D.H. Smith, and R. Rodriguez-Kabana (eds.). *Compendium of Peanut Diseases*. Am. Phytopathol. Soc. St. Paul, Minnesota, USA.
- Gorbert, D.W. and F.M. Shokes. 2002. Registration of Ç-99R. *Crop Sci.* 42:2207.

- Hamidoua, F., A. Rathored, F. Waliyar, V. Vadez . 2014. Although drought intensity increases aflatoxin contamination, drought tolerance does not lead to less aflatoxin contamination. *Field Crops Res.* 156:103–110.
- Hardaningsih, S. dan K.G. Ncering. 1989. Pengendalian kimiawi penyakit daun *Cercospora* dan karat kacang tanah. Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, 20-21 Maret 1989. Balittan Malang. hlm. 15–18.
- ICRISAT. 2007. Improved Cultivation Practices for Groundnut. ICRISAT e-book. 20 p. Akses tanggal 22-05-2015.
- ICRISAT. 2013. A training manual on screening techniques for groundnut soilborne diseases. International Training Worksoop for Groundnut Soilborne Disease 08–12 June 2013, OCRI, P.R. China. 19p.
- Isleib T.G., P.W. Rice, R.W. Mozingo II, S.C. Copeland, J.B. Graeber, B.B. Shew, D.L. Smith, H.A. Melouk, and H.T. Stalker. 2006. Registration of N96076L, peanut germplasm line. *Crop Sci.* 46:2329–2330.
- Janila P., R. Venuprasad, R. Abishek, A. Reddy, R. Kanaka, F. Waliyar, S.N. Nigam. 2013. Genetics analysis of resistance to late leaf spot in interspecific groundnut. *Euphytica* 193:13–25 (Abstract).
- Janse, J.D., F.A.X. Aruluppan, J. Schans, M. Weneker, W. Westerhuis. 1998. Experiences with Bacterial Brown Rot *Ralstonia solanacearum* Biovar 2, Race 3 in the Netherlands. pp. 146–152. In P. Prior, C. Allen, and J. Elphinstone (eds.). *Bacterial Wilt Disease: Molecular and Ecological Aspects. Report of the 2nd Internat. of Wilt Symp. held in Gosier, Guadeloupe, France, 22–27 June 1997.* Springer-Verlag, INRA Paris.
- Kasno, A. 2009. Pengendalian *A. flavus* dan aflatoksin pada kacang tanah. *Iptek Tanaman Pangan* 4:194–201.
- Kasno, A., Suharsono, J.S. Utomo, Trustinah, W. Unjoyo, dan B. Swasono. 2011. Pengelolaan dan Pemberdayaan Plasma Nutfah Tanaman Aneka Kacang dan Ubi. Laporan Akhir tahun 2011. 108 hlm.
- Knauff, D.A. 1987. Inheritance of rust resistance in groundnut. In. *Proc. Internat. Group Discussion Meeting on Rust Disease of Groundnut.* pp. 183–187. ICRISAT, India.
- Kelman, A. 1954. The Relationship of Pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to Colony Appearance on a Tetrazolium Medium. *Phytopathol.* 44, 693–695.
- Lagiman, S. Sastrosumarjo, Yudiwanti W.E. Kusumo, dan M. Machmud. 2000. Kajian Genetik Ketahanan Layu Bakteri pada Kacang Tanah Zuriat dari Persilangan Varietas Kelinci dan Gajah. *Agrivet* 4:94–102.
- Liao B.S., N.X. Duan, Y.Y. Wang, D.R. Sun, and V.K. Mehan. 1994. Host-plant Resistance to Groundnut Bacterial Wilt: Genetic Diversity and Enhancement. pp.91–96. In V.K. Mehan and D. McDonald (eds.). *Groundnut Bacterial Wilt in Asia.* ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh 502 324, India.
- Liao B.S., W.R. Li, D.R. Sun. 1986. A Study on Inheritance of Resistance to *P. solanacearum* E.F. Smith in *A. hypogaea* L. *Oil Crops of China*, 3:1–8.
- Liao B.S., Lei Yong, Li Dong, Wang Sheng-Yu, Huang Jia-Quan, Ren Xiao-Ping, Jiang Hui-Fang, and Yan Li-Ying. 2010. Novel Germplasm with High Oil Content and Resistance to *Aspergillus flavus* and Bacterial Wilt Developed from Peanut Recombinant Inbred Lines. *Acta Agron Sin*, 2010, 36(8):1296–1301.
- Liao B.S., Z.H. Shan, N.X. Duan, Y.J. Tan, Y. Lei, D. Li and V.K. Mehan. 1998. Relationship Between Latent Infection and Groundnut Bacterial Wilt Resistance. pp.294–299 In P. Prior, C. Allen, and J. Elphinstone (eds.). *Bacterial Wilt Disease: Molecular and Ecological Aspects. Report of the Second International of Wilt Symp. held in Gosier, Guadeloupe, France, 22–27 June 1997.* Springer-Verlag, INRA Paris.

- Liao B.S., L. Quanqiang, J. Huifang, L. Young, S.Zhihui, and Z. Inyou. 2005. Progress on genetic enhancement for resistance to groundnut bacterial wilt in China. pp.239–246 In P. Prior, C. Allen, and J. Elphinstone (eds.). *Bacterial Wilt Disease: Molecular and Ecological Aspects*. Report of the 2nd Internat. of Wilt Symp. held in Gosier, Guadeloupe, France, 22–27 June 1997. Springer-Verlag, INRA Paris.
- Machmud, M. 1992. Pengelolaan Penyakit Bakteri Layu Kacang Tanah. hlm. 7–18 dalam N. Saleh, T. Adisarwanto, dan A. Winarto (Penyunting). *Perbaikan Komponen Teknologi Budidaya Kacang Tanah*. Balittan, Malang.
- Machmud, M. and A.C. Hayward. 1992. Genetic and Cultural Control of Peanut Bacterial Wilt. pp.19–25. In G.C. Wright and K.J. Middleton (Eds.). *Peanut Improvement: A Case Study in Indonesia*. Proc. of an ACIAR/AARD/QDPI Collaborative Review Meeting held at Malang, East Java, 19–23 August 1991. ACIAR Proc. No. 40.
- Machmud, M. and K.J. Middleton. 1990. Seed Infection and Transmission of *P. solanacearum* on Groundnut (Abstract). pp. 57. In K.J. Middleton and A. C. Hayward (Eds.). *Bacterial Wilt of Groundnut*. Proc. of an ACIAR/ICRISAT collaborative research planning and meeting held at Genting Highlands, Malaysia on 18–19 March, 1990. ACIAR Proc. No. 31.
- Machmud, M. and S.A. Rais. 1994. Status of Groundnut Bacterial Wilt Research in Indonesia. pp. 115–119 in V.K. Mehan and D. McDonald (eds.). *Groundnut Bacterial Wilt in Asia*. ICRISAT, India.
- Mehan, V.K., B.S. Liao, Y.J. Tan, A. Robinson-Smith, D. McDonald, and A.C. Hayward. 1994. Bacterial Wilt of Groundnut ICRISAT. Information Bull. No. 35. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh 502 324, India. 23p.
- McAuslane, H.J., D.A. Knauff, and F.A. Johnson. 1995. Evaluation of peanut breeding lines for resistance to silverleaf whitefly. *Fla. Entomol.* 24:1135–1143.
- Middleton K.J., S. Pande, S.B. Sharma, D.H. Smith. 1994. Diseases. pp. 336–394 In J. Smartt (ed). *The Groundnut Crop: A Scientific Basis for Crop Improvement*. Chapman & Hall, London, U.K.
- Moraes, S.A. and L.J. Godoy. 1985. Evaluation of resistance to *Cercosporidiurn personatum* in *A. hypogaea* genotypes. *Summa Phytopath.* 1:140–151. Inst. Agron. Campinas, Brazil. (Abstract).
- Murthy T.G.K., P.S. Reddy. 1993. Genetics of groundnut. ICAR, Junagadh, India. 143–303.
- Niks R.E., P.R. Ellis, J.E. Parlevliet. 1993. Resistance to parasites. pp. 422–447 In M.D. Hayward, N.O. Bosermark, I. Romagosa (eds). *Plant Breeding: Principles and Prospects*. Chapman & Hall, London.
- Nombelo, and M. Muniz. 2002. Host plant resistance for the management of *Bemisia tabaci*: a multi-crop survey with emphasis on tomato. pp. 357–384. In P.A. Stansly and S.E. Naranjo (eds.). *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. DOI 10.1007/97-90-481-2460-2 14.
- Nugrahaeni, N., J. Purnomo, A. Kasno. 1998. Evaluasi Ketahanan Galur-galur Kacang Tanah terhadap Penyakit Layu Bakteri. Laporan Penelitian CLAN/RILET. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 12 hlm.
- Nugrahaeni, N., J. Purnomo, H. Prasentiono, A. Munip dan A. Kasno. 2001. Pembentukan varietas unggul kacang tanah tahan penyakit karat dan bercak daun. Laporan Teknis Balitkabi Tahun 2000. 25 hlm.
- Nugrahaeni N. 2007. Studi pewarisan ketahanan kacang tanah (*Arachis hypogaea* l.) terhadap penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* (E.F.Smith 1896) Yabuuchi *et al.* 1996. Disertasi. 125 hlm.
- Nugrahaeni, N., Soemartono, W. Mangoendidjojo, dan M. Machmud. 2007. Analisis dialel ketahanan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*. *Zuriat* 18(1):1–9.

- Nugroho, S., R. Suseno, S.H. Hidayat, P. Hidayat. 2000. Evaluai ketahanan beberapa varietas kacang tanah terhadap fitoplasma. *Buletin Hama dan Penyakit* 12:48–52.
- Padi F.K. 2008. Genotype x environment interaction for yield and reaction to leaf spot infections in groundnut in semiarid West Africa. *Euphytica* 164:143–161.
- Persuk, V., A. Patanothai, S. Jogloy, S. Wongkaew, C. Akkasaeng, & N. Vorasoot. 2003. Reaction of peanut cultivars to late leafspot and rust. *Songklanakarin J. Sci. Tech.* 25(3):289–295.
- Persley, D.M., L. McMichael, D. Spence. 2001. Detection of peanut stripe virus in post-entry quarantine in Queensland. *Australian Plant Pathol.* 30:377.
- Pujar S.B., P.V. Kenchanagoudar, M.V.C. Gowda, K.G. Parameshwarappa, S.S. Adiver. 2011. Isolation of superior segregants for different quantitative traits and *Sclerotium rolfsii* resistance in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 24:230–233.
- Rahayu, M. 2009. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah tahan penyakit layu bakteri *Ralstonia*. Dalam Trustinah, A. Kasno, A. Wijanarko, Heru Kuswantoro, R. Iswanto, dan M. Rahayu. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap cekaman biotik dan abiotik. Laporan akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2008.
- Simmonds, N.W. 1986. Principles of Crop Improvement. Longman, Singapore. p. 242–278.
- Singh F. and D.L. Oswalt. 1991. Genetics and Breeding of Groundnut. HRDP, ICRISAT, India. 59 p.
- Singh, R.R.P. 2006. Breeding for resistance to biotic stresses. p. 310–322 in AR Lamkey and M. Lee (Eds.). *Plant Breeding*. Lackwell Publ., Iowa, USA.
- Strange R.N. & P.R. Scott. 2005. Plant disease: a threat to global food security. *Ann. Rev. of Phytopathol.* 43:83–116.
- Subrahmanyam, P., D. McDonald, L.J. Reddy, S.N. Nigam, and D.H. Smith. 1993. Origin and utilization of rust resistance in groundnut. p.147–158. In Th. Jacobs and J.E. Parlevliet (eds.). *Durability of disease resistance*. Kluwer Acad. Publ. The Netherlands.
- Sudini, H.K. 2013. Groundnut soilborne fungi diseases: Occurrence and diagnosis. Paper presented in International Training Workshop for Groundnut Soilborne Diseases, June 8–10th, 2013 Wuhan, China. 21 p.
- Sumartini dan Trustinah. 2013. Pengujian ketahanan aksesori plasma nutfah kacang tanah terhadap penyakit karat. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI), Bogor 6–7 November 2012. hlm 118–121.
- Suryadi, Y. dan S.A. Rais. 2009. Respon beberapa genotipe kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) di rumah kaca. *Bul. Plasma Nutfah* 5 (1):20–26.
- Thiessen L.D. and J.E. Woodward. 2012. Disease of peanut caused by soilborne pathogens in the Southwestern United States. <http://dx.doi.org/10.5402/2012/517905>. Akses tanggal 20 Mei 2015.
- Tshilenge-Lukanda, L., K.K.C. Nkongolo, A. Kalonji-Mbuyi, R.V. Kizungu. 2012. Epidemiology of the Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Leaf Spot Disease: Genetic Analysis and Developmental Cycles. *Am. J. of Plant Sci.* 3, 582–588. <http://www.SciRP.org/journal/ajps>.
- Trustinah. 2009. Plasma nutfah kacang tanah: keragaman dan potensinya untuk perbaikan sifat-sifat kacang tanah. *Bul. Palawija* 18:58–65.
- Trustinah, M. Anwari, A. Kasno, H. Kuswantoro, Solihin, M. Yusuf, R. Iswanto, T. S. Wahyuni, Suyanto, Purwantoro, A. Krisnawati, dan M Rahayu. 2008. Konservasi, Karakterisasi, Evaluasi, Dan Pengembangan Database Plasma Nutfah Tanaman Kacang-Kacangan Dan Umbi-Umbian. Laporan Teknik Tahun 2007, Proyek/Bagian Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif. 95 hlm.
- Utomo S.D. dan H Mat Akin. 2004. Ketahanan tiga spesies *Arachis* terhadap bercak daun akhir (*Cercosporidium personatum* berk. et curt.) pada pemberian dan tanpa pemberian mankozeb. *J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (2):75–82.

- Yudiwanti, S. Sastrosumarjo, S. Hadi, A.A. Mattjik, dan S. Astuti Rais. 1998. Perakitan kultivar kacang tanah tahan penyakit bercak daun berdaya hasil tinggi: evaluasi zuriat generasi F5. Makalah disampaikan pada Temu Ilmiah Tahunan Bioteknologi Pertanian 1998, diselenggarakan oleh Balitbio Bogor, 23–24 Maret 1998. 5 hlm.
- Yudiwanti, Basuki Wirawan, Desta Wirnas. 2007. Korelasi antara kandungan klorofil, ketahanan terhadap penyakit bercak daun dan daya hasil pada kacang tanah. Pros. Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman, 1–2 Agustus 2006. Departemen Agronomi dan Hortikultura Faperta IPB. Bogor. Hlm. 316–319.
- Yudiwanti, B. Wirawan, D. Wirnas. 2007. Korelasi antara kandungan klorofil, ketahanan terhadap penyakit bercak daun dan daya hasil pada kacang tanah. Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman, 1–2 Agustus 2006. Departemen Agronomi dan Hortikultura Faperta IPB. Bogor. hlm. 316–319.

PERBAIKAN TOLERANSI KACANG TANAH TERHADAP CEKAMAN LINGKUNGAN ABIOTIK

Astanto Kasno dan Didik Harnowo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Lingkungan abiotik yang akan dibahas dibatasi pada lingkungan lahan masam, salin, cekaman kekeringan dan kahat hara. Cekaman kekeringan dan kahat hara telah dibahas pada buku Monograf kacang tanah edisi tahun 1993, sehingga pada buku Monograf edisi revisi ditekankan pada perbaikan toleransi kacang tanah terhadap cekaman kemasaman tanah dan cekaman salinitas. Lingkungan masam saat ini memberikan kontribusi terhadap produksi kacang tanah masih sekitar 5%, dari luas tanah masam sekitar 16,8 juta ha yang tersebar di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Pengembangan kacang tanah pada lahan kering masam berhadapan dengan kemasaman tanah tinggi, pH rata-rata $<4,50$, kejenuhan Aluminium (Al) tinggi, miskin kandungan hara makro terutama Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg), dan kandungan bahan organik rendah, sedangkan untuk lahan pasang surut selain hal tersebut juga masalah pengendalian air (Makmun *et al.* 1996; Mulyani 2006).

Dengan menggunakan definisi sebagai tanah yang memiliki pH $<5,5$ pada lapisan permukaan, Von Uexkull dan Mutert (1995) mengemukakan bahwa luas tanah masam sekitar 3.950 juta ha, sekitar 30% dari total tanah bebas es di dunia, atau sekitar 26% dari total tanah bebas es untuk produksi tanaman. Kesuburan tanah masam rendah, disebabkan oleh kombinasi toksisitas mineral Aluminium (Al) dan Mangan (Mn) dan kekurangan fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan molybdenum (Mo). Namun, keracunan Al merupakan faktor yang paling penting, dan menjadi penghambat utama (67%) dari total produksi tanaman pada tanah masam (Eswaran *et al.* 2001; Eswaran *et al.* 2005).

Mulyani (2006) mengemukakan bahwa lahan kering masam jenis tanah Ultisol tersebar luas di hampir 25% dari total daratan Indonesia. Luas lahan kering masam di Sumatera dan Kalimantan mencapai 16,8 juta ha yang dapat digunakan untuk pengembangan areal pertanian. Penampang tanah yang dalam dan kapasitas tukar kation yang tergolong sedang hingga tinggi menjadikan tanah ini memiliki peranan penting dalam pengembangan pertanian tanah kering di Indonesia. Reaksi tanah Ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH 5,0–3,1) kecuali tanah Ultisol dari batu gamping yang memiliki reaksi netral hingga agak masam (pH 6,8–6,5).

Peningkatan produktivitas tanah masam Ultisol dapat dilakukan melalui perbaikan (ameliorasi) tanah (pengapuran, pemberian bahan organik), pemupukan, dan penggunaan varietas toleran atau adaptif pada cekaman tanah masam, serta kombinasinya. Ameliorasi tanah masam dengan pengapuran bertujuan untuk meningkatkan pH dan menurunkan Al-dd dalam tanah (Rosolem *et al.* 1999; Sumarno 2005; Chen *et al.* 2009). Namun pengapuran yang berlebih dapat menyebabkan defisiensi beberapa unsur mikro sebagai akibat naiknya pH. Pengapuran sebaiknya hanya dilakukan bila pH tanah <5 , pada pH $>5,5$ respons Al rendah karena sudah mengendap menjadi Al (OH)₃ (Prasetyo dan Suriadikarta 2006). Cara lain untuk mengatasi keracunan Al adalah pemberian bahan organik ke dalam tanah, karena adanya bahan organik dapat larut, terutama asam-asam

fulvik yang biasanya terdapat pada bahan organik, dapat mengurangi keracunan Al (Hairiah *et al.* 2000). Cara tersebut efektif bila cekaman tanah masam hanya terjadi pada lapisan olah. Bila cekaman tanah masam terjadi hingga ke lapisan subsoil, maka penggunaan varietas toleran atau adaptif tanah masam perlu dilakukan.

Hede *et al.* (2001) melaporkan bahwa setiap jenis tanaman memiliki toleransi yang berbeda terhadap kejenuhan Al, dan berturut-turut dari yang paling toleran hingga peka adalah: Ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz), kacang tunggak (*Vigna unguiculata* L. Walp), kacang tanah (*Arachis hypogea*), gude (*Cajanus cajan* L. Millsp.), kentang (*Solanum tuberosum*), padi (*Oryza sativa* L.), dan gandum hitam (*Secale cereale* L.). Tampak bahwa secara alamiah kacang tanah memiliki toleransi yang baik terhadap cekaman kemasaman tanah. Koesrini dan Sabran (1994) melaporkan bahwa galur kacang tanah GH 1697, GH LM/ICGV 86021-88-B-16, dan varietas Kelinci memiliki toleransi yang baik di tanah kering masam. Kacang tanah GH 1697 dan GH LM/ICGV 86021-88-B-16 telah dilepas sebagai varietas unggul tahun 1988, masing-masing adalah varietas Singa dan Jerapah. Sumarno *et al.* (1989) melaporkan bahwa pemberian kapur hingga 3 t/ha pada kacang tanah toleran tanah masam memberikan hasil polong yang sama dengan perlakuan tanpa pemberian kapur dan hasil polong mencapai 2–3 t/ha pada kering masam Ultisol di Lampung. Meskipun toksisitas Al dapat diperbaiki dengan aplikasi pengapuran, namun sering tidak ekonomis meskipun secara fisik layak. Oleh karena itu, menggabungkan penggunaan varietas toleran Al dengan pengapuran merupakan strategi yang seringkali paling efektif dalam meningkatkan produksi tanaman pada tanah masam.

Cekaman salinitas pada tanaman umumnya terjadi ketika konsentrasi cairan tanah bermuatan listrik (*electrical conductivity*/EC) 4 mhos/cm (Reddy 1992), dan batas kritis salinitas air irigasi adalah 3 m mhos/cm. Toleransi terhadap garam pada sebagian besar varietas kacang hijau pada tahap perkecambahan adalah sekitar 9–18 m mhos/cm. Toleransi biji kacang hijau terhadap garam adalah 6 m mhos/cm, dan 3 m mhos/cm untuk kacang hitam (black gram). Cekaman garam menyebabkan penurunan klorofil secara bertahap, pigmen karotenoid dan intensitas fluoresensi klorofil, sedangkan superoksida dismutase dan kegiatan peroksidase katekol meningkat karena cekaman garam pada akar dan daun (Sahva *et al.* 2010). Cekaman garam dikombinasikan dengan jenis cekaman lain yang menyertainya, mengakibatkan perubahan organ spesifik dalam biosintesis dan kandungan *polyamine* pada tanaman kacang hijau. Belum didapatkan informasi toleransi tanaman kacang tanah terhadap cekaman salinitas.

Makalah ini bertujuan untuk menghimpun informasi pengaruh cekaman lingkungan abiotik pada tanaman kacang tanah, terutama cekaman kemasaman lahan, naungan, kekeringan dan salinitas, yang dapat digunakan dalam perbaikan toleransi kacang tanah terhadap cekaman lingkungan abiotik.

RESPONS KACANG TANAH TERHADAP CEKAMAN LINGKUNGAN ABIOTIK

Cekaman lingkungan abiotik terutama salinitas, naungan, dan kemasaman terhadap tanaman kacang tanah pada priode kritis digunakan sebagai landasan untuk menilai toleransinya terhadap cekaman lingkungan abiotik tersebut. Perbaikan toleransi varietas kacang tanah terhadap cekaman lingkungan terus dilakukan dengan berbagai cara, baik secara konvensional maupun inkonvensional (varietas transgenik). Foncéca *et al.* (2009) membuat peta genetik kacang tanah varietas liar yang kemudian diintegrasikan pada

varietas budidaya. Sedangkan Govind *et al.* (2009) melakukan identifikasi dan validasi fungsional gen-gen toleransi terhadap kekeringan pada kacang tanah. Guo *et al.* (2006), melakukan identifikasi dan karakterisasi fosfolipase D dan hubungannya dengan kepekaan (sensitivitas) kacang tanah terhadap cekaman kekeringan. Selanjutnya, Krishna *et al.* (2004) melakukan analisis keragaman genetik kacang tanah tipe Valencia menggunakan penanda Mikrosatelit.

Respons terhadap Cekaman Kemasaman Lahan

Keracunan tanaman (*phytotoxicity*) pada tanah masam disebabkan oleh gangguan nutrisi, kekurangan atau defisiensi hara esensial (utama) seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), molibdenum (Mo), dan fosfor (P), dan keracunan (toksisitas) aluminium (Al), mangan (Mn), dan aktivitas hidrogen. Keracunan Al (toksisitas Al) dianggap sebagai faktor pembatas pertumbuhan tanaman yang paling penting di tanah masam (Jayasundara *et al.* 1998). Cekaman Al menyebabkan akar menjadi bengkak dan rapuh. Ujung akar dan akar lateral menebal dan berubah warna menjadi coklat, sehingga sistem akar secara keseluruhan akan terpengaruh, yang ditandai oleh banyak akar lateral yang pendek dan bercabang. Akar tersebut tidak efisien dalam menyerap hara dan air. Beberapa mekanisme perlambatan pertumbuhan akar, antara lain: interaksi Al dalam dinding sel, membran plasma, atau simplasma akar, ujung akar (*apex*) merupakan tempat yang rentan terhadap keracunan Al. Ternyata akar tidak lebih rentan terhadap penghambatan pertumbuhan oleh Al. Disimpulkan bahwa tudung akar tidak memberikan perlindungan dari kerusakan oleh Al melalui keterlibatannya dalam persepsi dan distribusi hormon (Ryan *et al.* 1993). Toleransi terhadap Al berupa mekanisme yang memfasilitasi eksklusi Al dari ujung akar (mekanisme toleransi eksternal) dan mekanisme yang memberikan kemampuan untuk menenggang (toleransi) Al di simplasma tanaman (mekanisme toleransi internal) (Kochian *et al.* 2004). Asumsi umum bahwa kebanyakan Al dalam akar adalah apoplasmik dan penetrasi Al ke simplasma pada umumnya sangat rendah. Penelitian mengenai mekanisme toleransi internal masih terbatas dibandingkan dengan penelitian tentang mekanisme eksternal. Namun demikian, telah ditunjukkan bahwa 50–70% dari total Al mungkin masuk ke dalam simplasma dan Al dapat masuk ke dalam simplasma 30 menit setelah dicelupkan ke dalam larutan yang mengandung Al (Lazof *et al.* 1994).

Beberapa mekanisme toleransi yang paling penting adalah:

- 1) eksudasi asam organik,
- 2) imobilisasi/di dinding sel,
- 3) eksudasi fosfat,
- 4) Al aktif melintasi membran plasma,
- 5) produksi lendir akar,
- 6) penetrasi Al melalui perubahan pH rizosfer, dan
- 7) permeabilitas selektif membran plasma.

Mekanisme toleransi melalui pengikatan protein Al, khelasi dalam sitosol, pemblokiran (*compartmentation*) di vakuola, evolusi enzim toleran Al, dan aktivitas enzim tinggi. Penelitian membuktikan terjadinya sintesis pengikatan protein-Al (Basu *et al.* 1997).

Trustinah *et al.* (2009), melakukan identifikasi plasma nutfah kacang tanah terhadap cekaman kemasaman pada stadia kecambah dan reproduktif. Penelitian stadia kecambah dilakukan di laboratorium dengan berbagai takaran Al pada pH 4 dan dilanjutkan dengan

pewarnaan akar menggunakan hematoksin. Penelitian lapang dilakukan pada lahan masam Jasinga berkeasaman Al tinggi (kejenuhan Al 91,5%). Genotipe kacang tanah MLGA 0297, MLGA 0112, MLGA 0301, MLGA 0292, MLGA 0190, MLGA 0004, MLGA 0001, dan MLGA 306 teridentifikasi toleran terhadap keasaman lahan (Trustinah *et al.* 2009). Kasno (2010) mendapatkan varietas Talam-1 yang memiliki toleransi terhadap keasaman lahan dan jamur *Aspergillus flavus*.

Respons terhadap Cekaman Naungan

Fase pembungaan hingga pembentukan polong dan fase pengisian biji merupakan fase yang peka terhadap naungan. Laju pertumbuhan vegetatif selama fase pengisian polong sangat rendah sebagai akibat dari peningkatan naungan pada fase tersebut. Nodulasi pada tanaman ternaungi berkurang, dan terjadi pengurangan kandungan klorofil. Kandungan minyak pada biji tidak terpengaruh oleh naungan. Naungan menyebabkan penurunan jumlah polong, bobot biji, dan hasil polong. Sebaliknya, peningkatan naungan pada fase pemasakan tidak menyebabkan penurunan hasil polong. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil polong sekitar 90% dapat dilakukan dengan menghindari naungan saat berbunga dan fase pembentukan polong umur pada 45 hari.

Etiolasi karena naungan memberikan kontribusi terhadap penurunan jumlah polong. Bobot bahan kering dan hasil biji turun masing-masing sebesar 35% di bawah naungan jagung varietas TZEWE dan 55% di bawah jagung varietas DMR-ESRW. Hubungan antara penurunan hasil dan tingkat naungan mencerminkan tahap-tahap adaptasi kacang tanah terhadap cekaman cahaya (Adjahossou *et al.* 2008).

Respons terhadap Cekaman Salinitas

Salinitas dikenal menghambat pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap beberapa aspek metabolisme tanaman seperti penyesuaian tekanan osmotik, serapan ion, protein dan sintesis asam nukleat, fotosintesis, aktivitas enzim dan keseimbangan hormon. NaCl dan Na₂SO₄ menyebabkan akumulasi Na, P, Fe dan Mn pada akar, batang, daun dan ginofor. Perlakuan NaCl menyebabkan akumulasi Cl pada organ tersebut. Penyerapan K terhambat oleh kedua garam sedangkan serapan Ca terhambat terutama oleh Na₂SO₄ pada kacang tanah varietas TMV-10. Salinitas karena rembesan air laut ke dalam tanah dan pencampuran dengan air tanah, meningkatkan konduktivitas listrik (*Electrical Conductivity*) air tanah sehingga tidak cocok untuk irigasi. Di India, salinitas menjadi masalah di Andhra Pradesh, Gujarat, Tamil Nadu, Karnataka, Maharashtra dan Rajasthan, di mana kacang tanah merupakan tanaman utama dan disukai oleh petani karena sebagai pakan ternak utama (Rukam *et al.* 2007). Genotipe ICGS 76, MA 16, S 206, TG 17, GG 20, JL 24, Punjab 1, TMV 12, MH 2, M 522, Tirupati 3, Dh 3-30, TMV 2 dan GG 2 memiliki mortalitas rendah dan dapat dianggap sebagai varietas toleran terhadap salinitas secara *in Vitro*. Konsentrasi 100–125 mM NaCl sesuai untuk pentapisan/skrining toleransi terhadap salinitas (Vadez *et al.* 2005; Alpa *et al.* 2008).

Di Mesir, Sahva *et al.* (2010) melaporkan bahwa kacang tanah varietas Gregory lebih toleran terhadap cekaman salinitas dibandingkan dengan varietas Giza 6. Dilaporkan pula bahwa meningkatkan salinitas menyebabkan penurunan hasil biji, kandungan minyak dan protein pada biji, penurunan kandungan N, P dan K pada brangkasan, dan penurunan tersebut pada varietas Gregory lebih rendah dibandingkan dengan varietas Giza 6.

Respons terhadap Cekaman Air

Cekaman air berhubungan dengan kekeringan, fotosintesis, nutrisi mineral, metabolisme, pertumbuhan dan hasil kacang tanah (Bartels dan Sunkar 2005; Bernardo 2002; Devaiah *et al.* 2007). Selain itu, kondisi kekeringan mempengaruhi pertumbuhan gulma, manajemen agronomi dan, sifat dan intensitas serangga, hama dan penyakit (Weightman dan Rangga 1994; Luo *et al.* 2005). Parameter seperti kadar air relatif daun (RWC), potensial air daun, resistensi stomata, laju transpirasi, suhu daun, dan suhu kanopi mempengaruhi hubungan air pada kacang tanah selama kekurangan air.

Tanaman tercekam air memiliki kandungan air relatif lebih rendah dibandingkan tanaman yang cukup air. Misalnya, kadar air relatif tanaman tidak tercekam kekeringan berkisar dari 83–90%, sedangkan tanaman tercekam air, mungkin $\leq 30\%$ (Babu dan Rao 1983). Daun kacang tanah menunjukkan variasi harian yang besar dengan nilai yang tinggi di pagi hari, diikuti nilai yang rendah sekitar tengah hari dan meningkat secara bertahap setelah tengah hari (Erickson dan Ketring 1985).

Potensi osmotik mengikuti pola yang sama tetapi kisarannya lebih sempit daripada potensial air daun. Laju transpirasi umumnya berkorelasi dengan insiden radiasi matahari di bawah ketersediaan air yang cukup. Namun, tanaman yang mengalami cekaman kekeringan transpirasinya lebih rendah dari tanaman yang tidak tercekam air.

Laju transpirasi potensial air daun dan laju fotosintesis menurun secara progresif dengan meningkatnya lama cekaman air menunjukkan bahwa tanaman di bawah cekaman ringan yang menunda dehidrasi jaringan. Konduktansi stomata terus menurun hampir selama periode cekaman menunjukkan bahwa konduktansi stomata lebih sensitif daripada transpirasi selama periode cekaman awal. Penyesuaian osmotik terjadi pada kuncup daun, yang memungkinkan daun dapat mempertahankan turgor yang lebih tinggi selama periode cekaman berat. Penyesuaian ini dengan cepat hilang ketika bebas dari cekaman air (Ahmad dan Basha 1998; Basha *et al.* 2007).

Pengamatan umum bahwa pada kondisi cekaman kelembaban berat, polong muda kehilangan turgor dan mengerut. Resistensi stomata pada daun tua lebih besar dari daun muda. Daun juga menjadi lebih tebal di bawah cekaman air moderat. Pengembangan daun kacang tanah memiliki lapisan sel yang tebal tidak seperti biasanya tanpa kloroplas dengan epidermis lebih rendah di bawah jaringan parenkim. Sel-sel pada lapisan parenkim dianggap sebagai sel-sel penyimpanan air. Selama tercekaman kelembaban, daun trifoliolate sejajar dengan radiasi matahari, dalam upaya untuk mengurangi beban radiasi matahari.

Ekspansi daun lebih sensitif terhadap defisit air tanah daripada penutupan stomata. Cekaman air mengurangi luas daun dengan memperlambat perluasan/ekspansi daun dan mengurangi pasokan karbohidrat. Cekaman air berat menurunkan kadar klorofil a, b, dan jumlah klorofil. Penurunan klorofil mendorong penghambatan sintesis klorofil dan mempercepat ketersediaan klorofil. Cekaman air secara periodik menyebabkan perubahan anatomi seperti penurunan ukuran sel dan ruang antar sel, dinding sel lebih tebal dan pengembangan jaringan epidermis yang lebih besar. Fiksasi nitrogen pada tanaman aneka kacang berkurang karena cekaman kelembaban akibat penurunan leg hemoglobin dalam nodula, aktivitas nodula spesifik dan jumlah daerah kering juga berkurang. Selain itu, bobot kering nodula juga nyata berkurang pada tanaman tercekam air. Akumulasi senyawa larut dalam sel meningkatkan potensi osmotik dan mengurangi kehilangan air sel. Prolin dan asam amino terakumulasi setiap kali terjadi cekaman kelembaban. Akumulasi

prolin lebih besar pada cekaman air stadia lanjut dan konsentrasinya dianggap sebagai indikator yang baik dari cekaman kelembaban. Kebocoran zat terlarut sebagai konsekuensi dari kerusakan membran merupakan respon umum jaringan kacang tanah terhadap cekaman air. Proses metabolisme dipengaruhi oleh defisit air. Defisit air yang parah menyebabkan penurunan aktivitas enzimatis. Kompleks karbohidrat dan protein dipecah oleh enzim, masing-masing menjadi gula sederhana dan asam amino (Pandey *et al.* 2012; Reddi dan Redely 1995).

Terdapat bukti bahwa serapan hara N, P dan K pada kacang tanah berkurang karena cekaman air (Kulkaini *et al.* 1988). Awal/saat berbunga tidak tertunda karena cekaman air, jumlah bunga per tanaman dan laju produksi bunga meningkat karena cekaman air. Ketika terjadi cekaman air periode 30–45 hari setelah tanam, penyiraman pertama sejak bunga diproduksi hingga 45 hari, maka bunga tidak membentuk ginofor selama waktu itu, dan bunga yang dihasilkan setelah penyiraman tidak menggantikan untuk kerugian tersebut. Tanaman kacang tanah yang mengalami cekaman air selama pembentukan dan pengembangan polong dan kemudian mengalami kecukupan air, mengakibatkan penurunan hasil panen yang nyata, dan besar penurunan hasil tergantung pada varietas kacang tanah (Rucker *et al.* 1995; Jogloy *et al.* 1996; Reddy *et al.* 2003).

Perpanjangan ginofor tergantung tekanan turgor, dan tertunda karena cekaman air. Ginofor gagal untuk menembus ke dalam tanah kering, terutama pada lapisan tanah keras, dan ginofor dapat tertahan selama empat hari bila permukaan tanah terlalu kering untuk penetrasi polong. Setelah ginofor berada di dalam tanah, perlu kelembaban dan kegelapan yang memadai untuk pengembangan polong.

Kelembaban tanah merupakan faktor kritis untuk pengembangan ginofor pada pembentukan polong, dan air tanah yang memadai di zona akar tidak dapat mengkompensasi kekurangan air pada zona polong untuk 30 hari pertama pengembangan polong. Pengembangan polong dan biji tertunda bila terjadi kekeringan di zona akar. Defisit air tanah pada zona akar akan menurunkan tingkat pertumbuhan polong dan biji sekitar 30% dan penurunan bobot per biji 563–428 mg. Pertumbuhan awal ginofor tertunda selama tercekam air dan mulai kembali setelah bebas dari cekaman air. Tanggapan pengembangan ginofor dan biji pada varietas kacang tanah secara substansial beragam, dan menyebabkan penurunan besar hasil polong dengan persentase bervariasi antarvarietas kacang tanah (Nageswara Rao *et al.* 1989; Jain *et al.* 2001).

Kriteria Seleksi Toleransi terhadap Cekaman Lingkungan Abiotik

Tanggap kacang tanah terhadap cekaman lingkungan abiotik, terutama, kemasaman, naungan, salinitas dan cekaman air, pada periode kritis tanaman menunjukkan waktu dan kriteria seleksinya. Seleksi kacang tanah langsung pada lingkungan yang bersangkutan lebih menguntungkan, dan hasil polong dapat digunakan sebagai kriteria seleksi. Keuntungan utama penggunaan hasil polong sebagai kriteria seleksi adalah untuk mengintegrasikan semua efek aditif dari berbagai mekanisme yang mendasari toleransi terhadap cekaman lingkungan abiotik. Cekaman lingkungan abiotik dapat menurunkan hasil polong sekitar 10%, atau hasil polong sekitar 90% dapat digunakan sebagai patokan dalam melakukan seleksi. Cekaman lingkungan abiotik (cekaman air, kemasaman, naungan dan Salinitas) secara buatan dapat dilakukan pada periode berbunga dan fase pembentukan polong umur 45 hari.

SUMBERDAYA GENETIK KACANG TANAH

Sumberdaya genetik (SDG) dapat dianggap sebagai populasi dasar, dan harus memiliki keragaman genetik yang luas, terutama untuk karakter yang bernilai ekonomi seperti hasil, toleransi terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik. SDG terdiri dari varietas: liar, introduksi, lokal, varietas unggul lama dan baru, mutan, galur-galur homosigot hasil persilangan, dan genus-genus yang sama. SDG kacang tanah di Balitkabi hanya terdiri dari varietas (introduksi, lokal), dan galur-galur homosigot hasil persilangan, yang semuanya berjumlah 550 (Tabel 1). Kacang tanah tergolong tanaman menyerbuk sendiri dan persarian terjadi sebelum bunga mekar (kleistogami). Oleh karena itu, peluang terjadinya silang luar (*out crossing*) sangat kecil.

Tabel 1. Sumber Daya Genetik kacang tanah di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi tahun 2014.

Tipe genotipe	Jumlah	%
Varietas Introduksi	240	43,6
Varietas Lokal	104	19,0
Varietas Unggul	36	6,5
Galur Homosigot	170	30,9
Jumlah	550	100,0

Program pemuliaan pada periode tahun 1986 hingga sekarang mulai memperhatikan faktor lingkungan abiotik, terutama cekaman air, cekaman kemasaman lahan, penanangan dan kahat hara terutama hara besi di tanah Alfisol alkalis. Varietas kacang tanah toleran cekaman lingkungan abiotik tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Varietas kacang tanah toleran cekaman lingkungan abiotik. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi tahun 2014.

No	Nama varietas	Tipe kacang tanah	Toleransi terhadap lingkungan abiotik	Tahun pelepasan
1	Badak	Valencia	Toleran lahan masam (TLH)	1991
2	Panter	Valencia	Toleran kekeringan (TK)	1998
3	Singa	Valencia	Toleran cekaman air	1998
4	Jerapah	Spanish	TK dan TLH	1998
5	Sima	Valencia	TK dan TLH	2001
6	Turangga	Valencia	TK dan naungan	2001
7	Kancil	Spanish	Toleran kahat Fe	2001
8	Tuban	Spanish	TK dan kahat Fe	2001
9	Bison	Spanish	Toleran naungan dan kahat Fe	2004
10	Domba	Valencia	Toleran kahat Fe	2004
11	Talam 1	Spanish	Toleran lahan masam	2012
12	Talam 2	Spanish	Toleran lahan masam	2014
13	Talam 3	Spanish	Toleran lahan masam	2014

LANDASAN GENETIK

Pemilihan dan pengembangan genotipe kacang tanah yang memiliki toleransi terhadap cekaman lingkungan abiotik, terutama cekaman air, kemasaman tanah/keracunan dari Al, naungan dan salinitas merupakan solusi yang rasional untuk masalah lingkungan sub-optimal.

Skrining Toleransi Kacang Tanah terhadap Kemasaman/Aluminium

Metode skrining toleransi kacang tanah terhadap Al dengan menggunakan sel dan kultur jaringan, budidaya dengan larutan hara (Baier *et al.* 1995), bioassay tanah (Ring *et al.* 1993), dan skrining di lapang (Johnson *et al.* 1997). Skrining di laboratorium dan rumah kaca merupakan teknik skrining toleransi kacang tanah terhadap Al yang banyak digunakan karena cepat, sangat akurat, non-destruktif, dan dapat diterapkan pada awal perkembangan tanaman. Teknik skrining di lapang lebih mahal dan padat karya (Carver dan Ownby 1995).

Kajian genetik menunjukkan bahwa toleransi kacang tanah terhadap Al pada varietas Atlas 66 ditentukan oleh mekanisme genetik kompleks yang melibatkan setidaknya dua gen dominan dan mungkin beberapa gen minor. Berzonsky (1992) menyimpulkan bahwa toleransi kacang tanah varietas Atlas 66 terhadap Al ditentukan oleh gen dominan yang terletak pada genom D dan gen pada genom A dan/atau B. Rajaram *et al.* (1991) menemukan adanya dua gen dominan saling melengkapi dalam satu tetua dan satu gen resesif.

Informasi tentang mekanisme toleransi kacang tanah terhadap cekaman Al, kontrol genetik dan lokasi gen toleransi menarik bagi berbagai spesies tanaman. Genotipe yang diidentifikasi penanda molekuler yang terkait erat dengan gen toleransi terhadap cekaman Al dan seleksi berbantuan marka (*marker assisted selection*/MAS) dapat dilakukan persilangan dengan varietas lain yang diinginkan agar mendapatkan keturunan yang memiliki toleransi terhadap Al.

1. Metode Larutan Nutrisi

Penggunaan teknik larutan nutrisi terbukti sangat relevan dengan kondisi masam. Genotipe yang toleran terhadap cekaman Al berdasarkan larutan nutrisi menunjukkan peningkatan penampilan agronomi pada tanah masam dan cekaman Al (Rengel dan Yurkic 1993; Baier *et al.* 1995).

2. Metode Pewarnaan Hematoksilin

Metode pewarnaan hematoksilin merupakan alat yang sangat ampuh untuk menilai toleransi tanaman terhadap Al tanpa pengukuran kuantitatif. Pewarna hematoksilin membentuk kompleks dengan jaringan Al berupa $AlPO_4$ di bawah permukaan akar (Ownby 1993).

Terdapat variasi metode dalam melakukan skrining, menggunakan hematoksilin dengan pewarnaan ujung akar sebagai indikator toleransi terhadap Al. Intensitas pewarnaan yang semakin meningkat, mencerminkan tingkat serapan Al yang lebih tinggi, terjadi penurunan tingkat toleransi terhadap Al. Prosedur lain dalam menggunakan hematoksilin yaitu, metode modifikasi-pulsa, dalam mengevaluasi toleransi terhadap Al berdasarkan kemampuan kecambah untuk melanjutkan pertumbuhan akar setelah dicelupkan pada larutan hematoksilin dengan konsentrasi Al tinggi. Kecambah tanaman yang sensitif ter-

hadap Al tidak menunjukkan pertumbuhan akar karena meristem apikalnya telah rusak. Metode ini dapat diterapkan untuk menentukan toleransi terhadap Al melalui pengukuran pertumbuhan akar (Gallego dan Benito 1997) atau mengevaluasi kecambah pada skala 1 sampai 3 (toleran, agak toleran, dan rentan) berdasarkan kemampuan tanaman untuk menumbuhkan kembali akar (Riede dan Anderson 1996).

Prosedur kerja metode Hematoksilin di laboratorium.

- 1) Mensterilkan benih dengan menempatkan dalam larutan natrium hypochloride 3% selama 5 menit dan pembilasan dengan air.
- 2) Menempatkan benih pada kertas saring (filter) lembab dalam cawan petri selama 84 jam pada suhu 7 °C dan biarkan berkecambah pada suhu kamar (18–20 °C) selama kurang lebih 24 jam.
- 3) Menempatkan kecambah dengan panjang akar yang sama (5–10 mm) dan ukuran endosperm pada jaring polietilen pada bingkai tetap kerangka Lucite, lampirkan blok styrofoam ke rangka Lucite dengan karet gelang sehingga hal tersebut terapung.
- 4) Tempatkan dalam wadah plastik berisi larutan nutrisi (4 mM CaCl_2 , 6,5 mM KNO_3 , 2,5 mM MgCl_2 , 0,1 mM $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, dan 0,4 mM NH_4NO_3) dengan pH 7. Tempatkan wadah plastik dalam bak air pada suhu 25 °C. Tumbuhkan kecambah pada larutan nutrisi selama 32 jam. Teruskan dengan aliran udara pada larutan nutrisi selama proses berlangsung.
- 5) Pindahkan kerangka berisi kecambah ke larutan nutrisi yang mengandung Al (pH 4,0) dan biarkan dalam larutan selama 17 jam. Cuci akar dengan air dengan larutan hematoksilin 0,2% selama 15 menit, dan cuci kelebihan pewarna hematoksilin.
- 6) Setelah dicuci, kembalikan kecambah ke larutan nutrisi dan biarkan selama 24 jam.
- 7) Ambil kecambah, kemudian ukur pertumbuhan akar atau nilai toleransinya; toleran (T), rentan (S), atau cukup toleran (MT). Kecambah dengan semua akar yang menunjukkan pertumbuhan dinilai T, sedangkan kecambah yang tidak menunjukkan pertumbuhan akar dinilai S. Kecambah yang beberapa akarnya menunjukkan pertumbuhan dinilai MT.

3. Metode Pertumbuhan Akar (Root Growth/RG)

Metode pertumbuhan akar menganggap dua parameter toleransi terhadap Al: pertumbuhan akar (Root Growth/RG) dan indeks toleransi akar (Root Tolerance Index/RTI). Parameter RG dan RTI diukur pada kondisi cekaman Al, dibandingkan RG dan RTI pada kondisi tanpa cekaman Al. Larutan nutrisi berkekuatan ion rendah dipadu (combined) dengan konsentrasi Al rendah digunakan sebagai bukti yang menunjukkan bahwa studi toleransi terhadap Al harus dilakukan dengan menggunakan larutan yang mengandung kekuatan ion dan aktivitas Al mendekati komposisi tanah. Penilaian toleransi terhadap Al berdasarkan RG dan RTI telah digunakan secara luas dalam studi genetik dan molekuler (Baier *et al.* 1996).

Prosedur kerja metode RG:

1. Sterilkan benih/biji dengan larutan natrium hypochloridee 3% selama 5 menit dan membilasnya dengan air menyeluruh.

2. Tempatkan Benih pada kertas saring lembab dalam cawan petri selama 84 jam pada suhu 7 °C dan biarkan agar berkecambah pada suhu kamar (18–20 °C) selama kurang lebih 24 jam.
3. Tempatkan kecambah dengan panjang akar yang sama (5–10 mm) dan ukuran endosperm pada jaring polietilen pada bingkai tetap kerangka Lucite, lampirkan blok *styrofoam* ke rangka Lucite dengan karet gelang sehingga hal tersebut terapung.
4. Tempatkan kecambah dalam wadah plastik yang berisi larutan nutrisi berkekuatan rendah (400 μM CaCl_2 , 650 μM KNO_3 , 250 μM MgCl_2 , 10 μM $(\text{KH}_4)_2\text{SO}_4$, 40 μM (NH_4NO_3)) yang mengandung Al dan dipertahankan pada pH 4,0. Sebagai kontrol, eksperimen serupa tetapi tanpa Al dalam medium dan dilakukan pada waktu yang sama. Ganti larutan setiap hari untuk meminimalkan perubahan pH dan konsentrasi aluminium. Tempatkan wadah tadi selama empat hari di ruang perkecambahan (*growth chamber*) (diutamakan ruang perkecambahan dengan suhu dipertahankan pada 25 °C/16 jam siang hari/8 jam malam hari, dan kelembaban relatif 70%).
5. Ambil kecambah dan ukur akar primer terpanjang masing-masing kecambah dan kemudian dihitung rata-ratanya, lalu gabungkan data dari setiap genotipe. Pertumbuhan akar (*Root Growth/RG*) adalah kecambah setelah empat hari dalam larutan yang mengandung Al, sedangkan RTI dihitung sebagai nisbah antara RG dan pertumbuhan akar rata-rata kecambah setelah tumbuh empat hari dalam larutan tanpa Al (kontrol).

Hede *et al.* (2001) menyimpulkan bahwa cara untuk memisahkan efek vigor akar dan toleransi terhadap cekaman Al, dengan menyertakan kontrol tanpa cekaman (non-stres) dalam penelitian. Metode *hematoksilin* masih merupakan cara yang sangat efisien untuk mengevaluasi sejumlah besar kecambah pada pengelompokkan populasi elit plasma nutfah. Metode pertumbuhan akar, di mana panjang akar setiap tanaman tunggal harus diukur sebelum dan sesudah perlakuan Al, lebih padat karya (*laborious*) daripada metode hematoksilin. Biaya tambahan metode pertumbuhan akar dibenarkan bila yang diskriminasi adalah plasma nutfah baru atau eksotis, seperti aksesori-aksesori bank gen. Parameter RTI (*root tolerance index*) akan mengidentifikasi genotipe yang mungkin memiliki alel unggul (*superior*) untuk toleransi terhadap Al, mungkin juga memiliki latar belakang genetik untuk karakter agronomi tanaman dan vigor akar kurang diinginkan.

4. Sel dan Kultur Jaringan

Aplikasi sel dan kultur jaringan mungkin merupakan alternatif cara skrining untuk toleransi tanaman terhadap cekaman Al, karena resistensi terhadap cekaman Al dapat diekspresikan tanaman pada tingkat sel (Taylor 1995; Ferguson *et al.* 2004).

Bioassay tanah

Bioassay tanah tidak selalu dilakukan pada tanah dari area produksi yang ditargetkan, namun skrining dilakukan pada tanah yang mewakili wilayah yang ditargetkan bisa jadi langkah kritis yang penting, setelah skrining dalam larutan nutrisi tapi sebelum dievaluasi di lapang yang lebih luas dan mahal (Carver dan Ownby 1995). Bioassay Tanah memiliki keuntungan dibandingkan dengan budidaya larutan nutrisi bila toleransi terhadap cekaman Al dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal tanah yang pada media larutan kurang mendapat perhatian dalam evaluasi toleransi terhadap cekaman Al, beberapa contohnya penggunaan dapat ditemukan dalam literatur (Ring *et al.* 1993).

Evaluasi lapang

Metode paling mutakhir dan langsung mengevaluasi toleransi terhadap cekaman Al adalah dengan mengukur nilai ekonomi hasil (hijauan atau biji-bijian) pada kondisi lapangan. Evaluasi lapangan biasanya dilakukan dalam dua duplikat uji: pada plot tanam yang belum mendapat perlakuan masam (diamendemen), dan plot lainnya diberi perlakuan dengan kapur. Data dilaporkan sebagai rasio hasil polong di plot belum diamendemen dengan yang diplot yang dikapur untuk mengetahui potensi hasil tanpa cekaman kemasaman tanah (Johnson *et al.* 1997).

Masalah yang paling penting dalam mengevaluasi toleransi tanaman terhadap cekaman Al di lapang adalah adanya jamur patogen tanah, dan pengapuran pada tanah masam untuk menaikkan pH tanah (Johnson *et al.* 1997). Evaluasi toleransi terhadap cekaman Al di lapangan, adalah pekerjaan yang melelahkan dan berbiaya lebih mahal (Johnson *et al.* 1997).

Cekaman Salinitas

Tanah salin membatasi budidaya kacang tanah, terutama varietas yang sensitif terhadap kadar natrium tanah, dan tanah salin dapat ditanami dengan pengairan yang memiliki konduktivitas listrik (EC) hingga 3,0 dS/m. Terdapat keragaman genotipik toleransi kacang tanah terhadap salinitas (Singh *et al.* 2004; Singh *et al.* 2007), namun tidak tersedia manajemen praktis dan varietas kacang tanah toleran salinitas. Pengembangan varietas toleran dan manajemen praktis yang dapat mengurangi cekaman salinitas, sehingga wilayah yang dapat ditanami dapat diperluas sehingga produksi kacang tanah meningkat. Salinitas menurunkan perkecambahan, pertumbuhan tanaman dan produksi bahan kering, dan menginduksi Ca, K dan kekurangan Fe dalam tanah (Singh *et al.* 2004) menyebabkan kehilangan hasil (Hunshal *et al.* 1997).

Galur kacang tanah yang memiliki toleransi terhadap klorosis karena kahat besi pada tanah berkapur dan basa telah diidentifikasi, telah teridentifikasi pula toleransi pula toleran terhadap keasaman tanah (Singh *et al.* 2004). Namun sedikit informasi mengenai toleransi kacang tanah terhadap cekaman salinitas.

Beberapa upaya yang telah dilakukan untuk menyaring genotipe kacang tanah dengan menggunakan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman sampai fase vegetatif dan di lapang dengan menggunakan jumlah genotipe terbatas yang tidak memiliki banyak variasi (Nautiyal *et al.* 2000; Mensah *et al.* 2009; Burow *et al.* 2001).

Kajian apapun dalam penyaringan genotipe kacang tanah toleran salinitas hingga panen di lapang sangat sulit mendapatkan genotipe yang toleran salinitas.

Usaha pembakuan protokol/cara pentapisan/skrining genotipe kacang tanah toleran salinitas dengan hasil yang dapat diterima, sangat strategis. Telah pula dilakukan kajian sistematik di lapang dengan pentapisan genotipe generasi lanjut, akses plasma nutfah, dan genotipe yang efisien nutrisi (Vadez *et al.* 2005).

Peningkatan konsentrasi prolin dan glycinebetaine juga diamati dengan penambahan 5 mM CaCl 200 mM NaCl (cekaman maksimum salinitas). Ion kalsium memainkan peran penting dalam osmoproteksi (*osmoprotection*). Pengaruh Na⁺ dan Ca²⁺: bersifat aditif yang menyebabkan akumulasi prolin dan glycinebetaine. Reduktase Pyrroline-5-karboksilat (P-5-CR) dan γ -glutamil kinase memainkan peran penting dalam sintesis prolin, sementara enzim oksidase prolin lain mengkatalisis prolin menjadi glutamat, sehingga mengurangi tingkat prolin.

Cekaman salinitas, dengan tidak adanya kalsium, peningkatan prolin karena penurunan aktivitas enzim oksidase prolin dan peningkatan akumulasi P-5-CR dan kegiatan kinase γ -glutamil pada akar dan tajuk/tunas. Dengan demikian, ion kalsium meningkatkan produksi prolin dan glycinebetaine pada kecambah kacang hijau yang tercekam NaCl (Misra dan Gupta 2005).

Indeks panen menunjukkan keragaman/variasi besar terutama karena variasi jumlah polong. Hasil biji per satuan luas berkisar 3,8–136 g/m² dengan rata-rata 35 g/m². Bila genotipe yang disusun menurut hasil biji maka terdapat 28 genotipe bobot biji lebih dari 35 g/m² dan 16 lebih dari 50 g/m².

Persentase kematian tanaman dan bobot polong tergantung pada tingkat salinitas, musim, dan besarnya variasi genotipe. Salinitas tinggi selama musim kemarau menyebabkan banyak tanaman mati, dan genotipe kacang tanah tidak dapat membentuk biji. Pada kondisi demikian, jumlah tanaman tumbuh dapat digunakan sebagai kriteria seleksi genotipe kacang tanah toleran terhadap salinitas. Toleransi adalah istilah relatif terutama tergantung pada intensitas salinitas dan penampilan relatif suatu genotipe. Genotipe kacang tanah dengan daya tumbuh yang tinggi diikuti dengan tanaman dipanen dan mortalitas yang rendah di bawah kondisi salin dapat dianggap sebagai toleran terhadap cekaman salinitas.

Jadi cekaman salinitas pada kacang tanah di musim kemarau di tanah salin lebih berat daripada di musim hujan. Persentase rata-rata tanaman mati saat panen pada musim kemarau jauh lebih tinggi dari musim hujan, demikian pula hasil biji per satuan luas pada musim hujan lebih tinggi. Demikian budidaya kacang tanah toleran terhadap salinitas pada musim kemarau di tanah salin tidak ekonomis.

Perbaikan Toleransi Kacang Tanah terhadap Naungan

Toleransi tanaman terhadap naungan diperlukan pada budidaya tanaman secara tumpangsari dengan sesama tanaman pangan atau tumpangsari tanaman pangan dengan tanaman keras.

Sistem tanam tumpangsari diketahui meningkatkan efisiensi penggunaan lahan yang dinilai dengan Nisbah Kesetaraan Lahan (*Land Efficiency Ratio*/LER) menambah variasi hasil, dan meningkatkan pendapatan. Langat *et al.* (2006) membuktikan bahwa tumpangsari kacang tanah dengan sorgum, meningkatkan LER menjadi 2,10-2,12. Pada musim kemarau, kombinasi terbaik terjadi bila dua baris kacang tanah diselingi dengan dua baris sorghum, namun bila tanaman sorgum yang diutamakan kombinasinya adalah satu baris kacang tanah dan dua baris sorghum. Sebaliknya, bila kacang tanah yang diutamakan kombinasinya adalah dua baris kacang tanah dan satu baris sorgum. Penanaman 46% pada periode berbunga hingga pembentukan ginofor hanya meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, tetapi laju perkembangan daun maksimum pada batang utama, perluasan daun dan hasil polong sama pada semua tanaman (kacang tanah dan tanaman sereal). Naungan mengurangi laju pertumbuhan linear karena berkurangnya intersepsi cahaya dan tidak sepenuhnya diimbangi oleh peningkatan efisiensi penggunaan cahaya. Penanaman dini pada tanaman kacang tanah ternaungi bertepatan dengan berhentinya pembentukan polong. Bila tanaman kacang tanah dinaungi dari periode berbunga hingga pembentukan ginofor menghasilkan proporsi polong isi yang lebih besar pada saat panen daripada perlakuan lainnya. Wu *et al.* (2011) mengemukakan bahwa varietas kacang tanah yang memiliki ukuran polong besar bila ditanam secara tumpangsari dengan gandum memiliki

periode simbiosis selama 30 hari. Penaungan lebih dari 30 hari setelah tanaman tumbuh dapat mengurangi jumlah polong per tanaman, bobot polong dan hasil polong. Semua pelakuan naungan (selama 45 atau 60 hari setelah kecambah) menurunkan hasil polong yang nyata pada varietas Baisha 1016. Lebih lanjut dikemukakan bahwa kandungan protein biji menurun pada sembarang lama penaungan 30, 45 dan 60 hari, setelah kecambah kacang tanah muncul dari permukaan tanah. Sebaliknya, kandungan lemak meningkat sedikit meskipun tidak berbeda dengan pembanding. Fase berbunga, pembentukan ginofor dan pengisian biji peka terhadap naungan. Peningkatan naungan pada fase pemasakan biji tidak menurunkan hasil, dan hasil polong 90% dapat dicapai bila kacang tanah terhindar dari penaungan pada periode berbunga dan pembentukan ginofor atau selama 45 hari setelah tanam (Rao dan Mitra 2008). Zhang *et al.* (2009) mengemukakan bahwa penaungan pada fase kecambah meningkatkan kemampuan kacang tanah dalam menggunakan cahaya intensitas rendah, tetapi kemampuan menggunakan cahaya tinggi berkurang.

Perbaikan Toleransi Kacang Tanah terhadap Cekaman Air

Skrining toleransi kacang tanah pada stadia kecambah dengan PEG

Riadi (2005) menyarankan bahwa skrining cepat toleransi kacang tanah terhadap cekaman air dapat dilakukan di laboratorium dengan menggunakan simulasi cekaman osmotik dengan osmotikum larutan PEG 6000, tekanan 3 bar atau $-0,3$ MPa dengan menggunakan panjang hipokotil sebagai kriteria seleksi. Polyethylene Glycol (PEG) 6000 memiliki bobot molekul yang besar sehingga tidak dapat diserap oleh benih dalam proses perkecambahan. PEG adalah polimer yang diproduksi dalam berbagai bobot molekul yang dapat digunakan untuk modifikasi potensial osmotik suatu kultur larutan hara (hidroponik) dan mempengaruhi defisit air tanaman yang relatif terkendali sehingga sesuai untuk panduan suatu percobaan. Dengan asumsi bahwa PEG dengan bobot molekul yang besar dan tidak menetrasi tanaman, dan karenanya dinilai sebagai osmotikum yang ideal sebagai media hidroponik akar. Michel (1971) melaporkan bahwa PEG 6000 tidak terserap masuk ke dalam dinding sel hipokotil kecambah benih mentimun. Dan menurutnya, pengaruh cekaman kekurangan air pada media tanah dapat didekati dengan menggunakan larutan PEG 6000. Bila menggunakan media tanah di pot disarankan pada kandungan air tanah 25% atau setara dengan potensial air tanah yakni pF 3,8.

Skrining toleransi kacang tanah terhadap cekaman air di lapang

Riadi (2005) mengemukakan bahwa toleransi kacang tanah pada stadia kecambah tetap konsisten hingga stadia reproduktif dan kacang tanah varietas Jerapah dan Singa sebagai pembanding toleran cekaman air. Jumlah polong dan hasil polong dengan indeks toleransi terhadap cekaman air digunakan sebagai kriteria seleksinya.

Seleksi di lapang, terutama tanah Alfisol dapat dilakukan pada musim kemarau dengan cekaman air 25% dari kapasitas lapang yang dicapai dengan penyiraman dengan volume air 91 m^{-2} setiap tiga hari sekali dari saat tanam hingga menjelang panen. Dengan cara tersebut, kandungan air massa tanah yang dapat dipertahankan hingga ke dalaman 30 cm, antara 15,4–21,03% setara dengan $-4,58$ MPa– $-0,91$ MPa atau pF 4,6–3,9 (Riadi 2005). Seleksi genotipe kacang tanah di lapang merupakan lanjutan seleksi di laboratorium (Bartels dan Sunkar 2005).

Prosedur Pemuliaan

Prosedur pemuliaan toleransi kacang tanah terhadap cekaman lingkungan abiotik (kekeringan, kemasaman lahan, naungan, dan salinitas) sama dengan prosedur pemuliaan toleransi terhadap cekaman lingkungan biotik, yaitu: prosedur jangka pendek dan jangka panjang. Prosedur jangka pendek, tanpa melalui persilangan, dan jangka panjang, melalui persilangan atau mutasi buatan.

Prosedur Pemuliaan Jangka Pendek

Introduksi varietas dari manca negara, setelah melalui uji karantina, serangkaian uji toleransi cekaman lingkungan abiotik, dan uji adaptasi di lingkungan abiotik yang relevan sehingga diperoleh genotipe unggul. Selanjutnya genotipe unggul dievaluasi sifat-sifat agronominya, diuji daya hasilnya yang meliputi uji daya hasil pendahuluan (UDHP), dan uji daya hasil lanjut (UDHL), dan uji adaptasi di berbagai lingkungan. Setelah itu, diajukan untuk dilepas sebagai varietas unggul adaptif di lingkungan abiotik.

Prosedur Pemuliaan Jangka Panjang

1. Mutasi buatan

Teknik alterasi gen dengan mutasi buatan terutama secara fisika menggunakan radiasi sinar gama Co60 sudah lama digunakan dalam pemuliaan tanaman, terutama kedelai dan kacang hijau oleh Badan Tenaga Atom Nasional (Batan). Pemuliaan kacang tanah dengan teknik mutasi buatan juga telah dilakukan oleh Batan bekerja sama dengan Balittan Sukamandi, namun belum berhasil melepas varietas. Mutan SHM1 dan SHM2 adalah mutan varietas Gajah yang dihasilkan dengan teknik ini. Kedua galur tersebut berumur genjah, dapat dipanen pada umur 80–85 hari. Mutasi buatan pada kacang tanah di India telah berhasil melepas beberapa varietas, dua varietas diantaranya adalah TGI dan TG2. Penerapan teknik alterasi gen dengan mutasi dalam perbaikan varietas unggul kacang-kacangan barulah merupakan tahap pertama, yakni tahap pembentukan populasi dasar yang beragam, yang masih perlu diikuti dengan tahap seleksi dan pengujian daya hasil, adaptasi serta stabilitasi sifat. Dengan demikian secara keseluruhan program pemuliaan tanaman dengan teknik ini memerlukan waktu yang lama pula.

2. Persilangan dan seleksi

Persilangan merupakan tahanan kedua setelah skrining toleransi genotipe terhadap cekaman lingkungan abiotik, namun jika genotipe toleran memiliki karakter yang bernilai ekonomi kurang diterima, maka genotipe toleran tersebut perlu disilangkan dengan varietas unggul yang diinginkan. Hasil persilangan berupa populasi bersegregasi harus diikuti dengan tahap seleksi dan pengujian daya hasil, adaptasi serta stabilitasi karakter.

Cara persilangan dan seleksinya adalah cara-cara baku untuk populasi bersegregasi. Setelah diperoleh galur unggul yang toleran terhadap cekaman lingkungan abiotik dilakukan seleksi melalui uji daya hasil (Uji Daya Hasil Pendahuluan dan UDHL Lanjut). Pada UDHP yang ditangani banyak genotipe, namun benihnya masih terbatas, sehingga pengujiannya hanya di 1–2 lokasi pada 1–2 musim dalam petak berupa barisan tunggal. Genotipe/genotipe unggul pada UDHP ini diseleksi lagi pada UDHL dalam beberapa lokasi dan musim. Tahap akhir pengujian daya hasil adalah uji adaptasi di lingkungan abiotik yang relevan (8 lokasi). Galur yang diuji biasanya sebanyak 10–15 galur (termasuk kontrol), dan

galur paling unggul diusulkan untuk dilepas sebagai varietas unggul baru yang adaptif terhadap lingkungan abiotik (cekaman air, lahan masam, naungan, atau salinitas).

PROSPEK PERBAIKAN VARIETAS KACANG TANAH

Perbaikan toleransi kacang tanah terhadap cekaman lingkungan abiotik baru dilaksanakan secara intensif sejak tahun 1986, dan beberapa varietas telah dihasilkan (Tabel 2) yang dilakukan dengan menggunakan teknik pemuliaan konvensional. Teknik pemuliaan tanaman secara konvensional sampai beberapa tahun mendatang masih akan mendominasi program pemuliaan tanaman kacang tanah di Indonesia. Teknik pemuliaan tanaman secara konvensional pada kacang tanah saat ini menggunakan persilangan tunggal pada pembentukan populasi dasar yang bersegregasi. Sementara ini, teknik persilangan ganda belum dilakukan, dan ke depan teknik silang ganda banyak dilakukan dalam membentuk populasi bersegregasi. Teknik persilangan ganda bertujuan memaksimalkan ragam genetik aditif dan kemajuan seleksi seperti yang disarankan (Sumarno 1991).

Rekayasa genetika atau bioteknologi yang memanfaatkan teknik manipulasi dan rekombinasi khromosom dan gen pada tingkat sel dengan bantuan vektor, peralatan fisik mikro dan media tumbuh pada organisme multisel baru pada tahap penelitian dasar. Teknik ini kini dikembangkan untuk menghasilkan varietas transgenik toleran cekaman air (Bhatnagar *et al.* 2004; Bhatnagar *et al.* 2007; Cuc *et al.* 2008; Chenault *et al.* 2005; Varshney *et al.* 2009). Dengan teknik ini dimungkinkan untuk mengkombinasikan gen yang diisolasi dari spesies atau genus lain, yang tidak mungkin dilakukan dengan cara-cara konvensional. Agar teknik ini efektif, diperlukan penguasaan teknik dalam tahap-tahap aplikasinya yang meliputi: identifikasi gen yang diinginkan, isolasi gen, pembuatan klon gen, transformasi dan rekombinasi gen ke dalam sel penerima dengan bantuan vektor, regenerasi sel menjadi tanaman transgenik, dan penelusuran keragaan serta stabilitas gen pada tanaman dalam proses perbanyakan benihnya. Apabila teknik pada masing-masing tahap tersebut sudah dapat dilaksanakan secara rutin, penerapan rekayasa genetika memberikan prospek yang sangat besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjahossou, S.B., F.D. Adjahossou, B. Sinsin, M. Boko, and J. Viera da Silva. 2008. Ecophysiological responses of peanut (*Arachis hypogea*) to shading due to maize (*Zea mays*) in intercropping systems. *Cameroon J. of Exp. Biol.* 4(1):29–38.
- Ali Ahmad, M; and S.M. Basha. 1998. Effect of Water Stress on Composition of Peanut Leaves, *Peanut Science*, 25(1):31–34.
- Alpa, J. Munggala, T. Radhakrishnan and J. R. Dobarra. 2008. *In vitro* Screening of 123 Indian Peanut Cultivars for Sodium Chloride Induced Salinity Tolerance. *World J of Agric. Sci.* 4(5):574–582.
- Babu, V.R. and Rao, D.V.M. 1983. Water stress adaptation in the groundnut (*Arachis hypogaea* L.) foliar characteristics and adaptation to moisture stress. *Plant Physiol. and Biochem.* 10:64–80.
- Baier, A.C., D.J. Somers, and J.P. Gustafson 1996. Aluminum tolerance in triticale, wheat and rye. pp. 437–444 in Guedes-Pinto, H. *et al.* (eds). *Triticale Today and Tomorrow*, Kluwer. Acad. Publ.
- Baier, A.C., D.J. Somers, and J.P. Gustafson. 1995. Aluminum tolerance in wheat: Correlating hydroponic evaluation with field and soil performance. *Plant Breeding* 114:291–196.

- Bartels, D. and R.Sunkar. 2005. Drought and salt tolerance in plants, *Critical Rev in Plant Sci.* 24:23–58.
- Basha, S.M., Katam, R. and K.S.S. Naik. 2007. Differential Responsse of Peanut Genotypes to Water Stress. *Peanut Sci.* 34:96–104.
- Basu, U., J.L. McDonald, D.J. Archambault, A.G. Good, K.G. Briggs, T. Aung, and G.J. Taylor. 1997. Genetic and physiological analysis of doubled-haploid, aluminium-resistant lines of wheat provide evidence for the involvement of a 23 kD, root exudate polypeptide in mediating resistance. *Plant and Soil.* 196:283–288.
- Bernardo, R. 2002. *Breeding for Quantitative Traits in Plants.* Stemma Press. Woodbury, Minnesota. p.269–272.
- Berzonsky, W.A. 1992. The genomic inheritance of aluminum tolerance in ‘Atlas 66’ wheat. *Genome* 35:689–693.
- Bhatnagar-Mathur, P., M.J. Devi, D. Reddy, M. Lavanya, V. Vadez, R. Serrej, K. Yamaguchi-Shinozaki and K. Sharma. 2007. Stress-inducible expression of at DREB1A in transgenic peanut (*Arachis hypogaea* L.) increases transpiration efficiency under water limiting conditions. *Plant Cell Reports.* 26:2071–2082.
- Bhatnagar-Mathur, P.; M.J. Devi, R. Serraj, K. Yamaguchi-Shinozaki, V. Vadez, and K.K. Sharma. 2004. Evaluation of transgenic groundnut lines under water limited conditions. *Internat. Arachis Newsletter* 24:33–34.
- Burow, M.D., C.E. Simpson, J.L. Starr, and A.H. Paterson. 2001. Transmission Genetics of Chromatin from A Synthetic Amphidiploid to Cultivated Peanut (*Arachis hypogaea* L.): Broadening the Gene Pool of a Monophyletic Polyploid Species, *Genetics.* 159:823-837.
- Carver, B.F., and J.D. Ownby. 1995. Acid Soil Tolerance in Wheat. *Advances in gronomy.* 54:117–173.
- Chen, G., G. D. Li, M. K. Conyers, and B. R. Cullis. 2009. Longterm liming regime increases prime lamb production on acid soils. *Exp. Agric.* 45(2):221–234.
- Chenault, K.D., H.A. Melouk, and M.E. Payton. 2005. Field reaction to *Sclerotinia blight* among transgenic peanut lines containing antifungal genes. *Crop Sci.* 45:511–515.
- Cuc, L.M. E.S. Mace, J.H. Crouch, V.D. Quang, T.D. Long, and R.K. Varshney. 2008. Isolation and Characterization of Novel Microsatellite Markers and Their Application for Diversity Assessment in Cultivated Groundnut (*Arachis hypogaea*). *BMC Plant Biol.* 8:55.
- Devaiah, K.M.; G. Bali, T.N. Athmaram, and S.M. Basha. 2007. Identification of Two New Genes from Drought Tolerant Peanut Up-Regulated in Responsse to Drought. *Plant Growth Regulation.* 52:249–258.
- Erickson, P.I. and D.L. Ketring. 1985. Evaluation of Genotypes for Resistance to Water Stress In Situ. *Crop Sci.* 25:870–876.
- Eswaran, H., R. Almaraz, E. van den Berg, and P. Reich. 2005. An Assessment of the Soil Resources of Africa in Relation to Productivity. World Soil Resources, Soil Survey Division, USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C
- Eswaran, H., R. Lal, and P.F. Reich. 2001. Land degradation. An overview conference on land degradation and desertification. Khon Kaen. Thailand: Oxford Press, New Delhi, India.
- Ferguson, M.E.; M.D. Burow, S.R. Schulze, P.J. Bramel, A.H. Paterson, S. Kresovich, and S. Mitchell. 2004. Microsat ellipse Identification and Characterization in Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Theoretical and Appl. Genetics.* 108(6):1064–1070.
- Foncéka, D., T. Hodo-Abalo, R. Rivallan, I. Faye, M.N. Sall, O. Ndoeye, A.P. Fávero, D.J. Bertoli, J.C. Glaszmann, B. Courtois, and J.F. Rami. 2009. Genetic Mapping of Wild Introgressions into Cultivated Peanut: A Way toward Enlarging the Genetic Basis of A Recent Allotetraploid. *BMC Plant Biol.* Vol. 9, pp.103.
- Gallego, F.G., and C. Benito. 1997. Genetic control of aluminum tolerance in rye (*Secale cereale* L.). *Theor. Appl. Genet.* 95:393–399.

- Giaveno, C.D., and B. Miranda Filho. 2000. Rapid screening for aluminium tolerance in maize (*Zea mays* L.). *Genet. Mol. Biol. Sao Paulo* Dec. 23(4):7p.
- Govind, G., V.T. Harshavardhan, J.K. Patricia, R. Dhanalakshmi, K.M. Senthil, N. Sreenivasulu, and M. Udayakumar. 2009. Identification and Functional Validation Of A Unique Set of Drought Induced Genes Preferentially Expressed In Response to Gradual Water Stress In Peanut. *Molecular Gen & Genomics*. 281(6):591–605.
- Guo, B.Z., G. Xu, Y.G Cao, C.C. Holbrook, and R.E. Lynch. 2006. Identification and Characterization of Phospholipase D and Its Association with Drought Susceptibilities in Peanut (*Arachis hypogaea*). *Planta*. 223:512–520.
- Hairiah K, Widiyanto, S.R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M.V. Noordwijk, and G. Cadisch. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi: Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. SMT Grafika Desa Putera, Jakarta. 187 hlm.
- Hede, A.R., I.B. Scovmand, and J. Lopez-Cesati. 2001. Acid Soil and Aluminium Toxicity. pp. 172–182 in Reynolds, M.P., J.I. Ortiz-Monasterio, and A. McNab (eds.). 2001. Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Hunshal, C.S., S.R. Salakinkop, and R.M. Brook. 1997. Sewage irrigation vegetable production system around Dubli-Dharward. Kamantakan, India. *Natural Sci*. 32(5):1–8.
- Jain, A.K., Basha, S.M. and Ho Ibrook, C.C. (2001). Identification of Drought-Responsive Transcripts in Peanut (*Arachis hypogaea* L.), *Electronic J of Biotech*. 4(2):59–67.
- Jayasundara, H.P.S., B.D. Thomson, and C. Tang. 1998. Responses of cool season grain legumes to soil abiotic stresses. *Adv. in Agron*. 63:77–151.
- Jogloy, S., A. Patanothai, S. Toomsan, and T.G. Isleib. 1996. Breeding peanut to fit into Thai cropping systems. *Proc. of the Peanut Collaborative Research Support Program International Res. Symp. and Workshop, Two Jima Quality Inn, Arlington, Virginia, USA, 25–31 March*. pp 353–362.
- Johnson, J.P., B.F. Carver, and V.C. Baligar. 1997. Productivity in Great Plains acid soils of wheat genotypes selected for aluminium tolerance. *Plant and Soil*. 188:101–106.
- Kasno, A. 2010. Talam 1 varietas kacang tanah unggul baru adaptif lahan masam dan toleran *Aspergillus flavus*. *Bul. Palawija* 19:19–26.
- Kasno, A. 2006. Prospek pengembangan kacang tanah di lahan kering masam dan lahan pasang surut. *Bul. Palawija* 11:1–6.
- Kochian, L.V., O.A. Hoekenga, and M.A. Pieros. 2004. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Ann. Rev. of Plant Biol*. 55:459–493.
- Koesrini dan Purwantoro. 2003. Ketahanan 28 genotipe kedelai terhadap cekaman aluminium. *Agrosi* 3(10):117–123.
- Koesrini, dan Sabran M. 1994. Toleransi beberapa genotipe kacang tanah terhadap masam podsolik merah kuning. *Kindai* 5(1):1–6. Balittan Banjarbaru, Banjarmasin.
- Krishna, G.K.; J. Zhang, M. Burow, R.N. Pittman, S.G. Delikostadinov, Y. Lu, and N. Puppala. 2004. Genetic Diversity Analysis in Valencia Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Using Microsatellite Markers. *Cellular and Molecular Biol Letters*. 9(4):685–697.
- Kulkarni, J.H.; V. Ravindra, V.K. Sojitra, and , D.M. Bhatt. 1988. Growth, nodulation and N uptake of groundnut (*Arachis hypogaea*L.) as influenced by water deficits stress at different phenophase. *Oleagineus*. 43:415–419.
- Langat M. C., M. A. Okiror, J. P. Ouma and R. M. Gesimba. 2006. The effect of intercropping groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) on yield and cash income. *Agric. Tropica et Subtropica*. 39(2):87–90.
- Lazof, D.B., J.G. Goldsmith, T.W. Rufty, and R.W. Linton. 1994. Rapid uptake of aluminum into cells of intact soybean root tips. *Plant Physiol*. 106:1107–1114.

- Luo, M., X.Q. Liang, D. Dang, C.C. Holbrook, M.G. Bausher, R.D. Lee, and B.Z. Guo. 2005. Microarray-Based Screening of differentially Expressed Genes In Peanut In Response To *Aspergillus parasiticus* Infection and Drought Stress. *Plant Sci.* 169:695–703.
- Makmun, M.Y., M. Gamanik, and M. Wilis. 1996. Sistem produksi dan pengembangan kacang tanah di Kalimantan. hlm. 195–206 *dalam* Saleh. N, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Peny.). *Risalah Seminar Prospek Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Mensah, J.K. and J. Ihenyen. 2009. Effects of salinity on germination, seedling establishment and yield of three genotypes of mungbean (*Vigna mungo* L. Hepper) in Edo State, Nigeria. *Nigerian Annals of Natural Sci.* 8(2):17–24.
- Michel, B.E. 1971. Further comparasion between carbowax 6000 and mannitol as a suppressant of cucumbar hypocotyl elongation. *Plant Physiol.* 48:513–516.
- Misra, N and A.K. Gupta. 2005. Effect of salt stress on praline metabolism in two high yielding genotypes of green gram. *Plant Sci.* 169:331–339.
- Mulyani, A. 2006. Potensi tanah kering masam untuk pengembangan pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 28(2):16–17.
- Nageswara Rao, R.C.; J.H. Williams, M.V.K. Sivakumar, and K.R.D. Wadia. 1989. Effect of Water Deficit At Different Growth Phases of Peanut. In. *Response to Drought during Pre-Flowering Phase*. *Agron. J.* 80:431–438.
- Nautiyal, P.C., A. Bandyopadhyay, V.G. Koradia, and M. Makad. 2000 Performance of groundnut germplasm and cultivars under saline water irrigation in the soils of Mundra in Gujarat, India. *Internat. Arachis Newsletter* 20:80–82.
- Ownby, J.D. 1993. Mechanisms of reaction of hematoxylin with aluminium treated wheat roots. *Physiol. Plant.* 87:371–380.
- Pandey MK, E. Monyo, P. Ozias-Akins, X. Liang, P. Guimarães. 2012. Advances in Arachis genomics for peanut improvement. *Biotechnol Adv.* 30:639–651
- Prasetyo, B. H., and D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian tanah kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(2):39–46.
- Rajaram, S, M.M. Kohli, and J. Lopez-Cesati. 1991. Breeding for tolerance to aluminum toxicity in wheat. pp. 1019–1028 in Wright, R.J. *et al.* (eds.). *Plant-Soil Interactions at Low pH*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Acad. Publ.
- Rao, L.J and B.N. Mitra. 2008. Growth and yield of peanut as influenced by degree and duration af shading. *J. of Agron. and Crop Sci.* 160(4):260–265.
- Reddi, G.H.S. and T.Y. Reddy. 1995. *Efficient Use of Irrigation Water*. Kalyani Publ. New Delhi.
- Reddy, T.Y., V.R. Reddy, and V. Anbumozhi. 2003. Physiological Responses of Groundnut (*Arachis hypogea* L.) to Drought Stress and Its Amelioration: A Critical Review. *Plant Growth Regulation* 41:75–88.
- Rengel, Z., and V. Jurkic. 1993. Evaluation of Triticum aestivum germplasm from Croatia and Yugoslavia for aluminum tolerance. *Euphytica.* 66:111–116.
- Riadi, M. 2005. Kajian karakter kuantitatif sebagai kriteria seleksi toleransi kacang tanah terhadap cekaman kekeringan. (Ringkasan Disertasi). Program Studi Ilmu Pertanian Minat Pemuliaan Tanaman. Program Pascasarjana Univ. Brawijaya. 25 hlm.
- Riede, C.R., and J.A. Anderson. 1996. Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat. *Crop Sci.* 36:905–909.
- Ring, S.M., R.P. Fisher, G.J. Poile, K.R. Helyar, M.K. Konyers, and S.G. Morris. 1993. Screening species and cultivars for their tolerance to acidic soil conditions. *Plant Soil.* 155/156:521–524

- Rosolem, C.A., J.P.T. Witacker, S. Vanzolini, and V.J. Ramos. 1999. The significance of root growth on cotton nutrition in an acidic low-P soil. *Plant and Soil* 212 :185–190.
- Rucker, K.S., C.K. Kevin, C.C. Holbrook, and J.E. Hook. 1995. Identification of Peanut Genotypes with Improved Drought Avoid-Ance Traits. *Peanut Sci.* 22(1):14–18.
- Ryan, P.R., J.M. Ditomaso, and L.V. Kochian. 1993. Aluminum toxicity in roots: An investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. *J. Exp. Bot.* 44:437–446.
- Sahva, A.R., Kh. Hammad, A. Shaban and Manal. F. Tantawy. 2010. Studies on Salinity Tolerance of Two Peanut Cultivars in Relation to Growth, Leaf Water Content. Some Chemical Aspects and Yield. *J. of Appl. Sci. Res.* 6(10):1517–1526.
- Singh, A.L., M.S. Basu, and N.B. Singh. 2004. Mineral Disorders of Groundnut. National Research Center for Groundnut (ICAR). Junagadh, India. p 85.
- Singh, R., D. Issar, P.V. Zala and P.C. Nautiyal. 2007. Variation in sensitivity to salinity in groundnut cultivars during seed germination and early seedling growth. *SAT ejournal* 5(1):1–7.
- Sopandie, D., M. Yusuf; dan S. Aisah. 2000. Toleransi terhadap aluminium pada akar kedelai: Deteksi visual penetrasi aluminium dengan metode pewarnaan hematosilin. *Comm. Ag.* 6(1):25–32.
- Sumarno, Sutarman, T., and Soegito. 1989. Grain legume breeding for wetland and for acid soil adaptation. CRIFC, Bogor. pp.63.
- Sumarno. 1991. Pemanfaatan teknologi genetika untuk penngkatan produksi kedelai. Puslitbangtan, Bogor.
- Taylor, G.J. 1995. Overcoming barriers to understanding the cellular basis of aluminum resistance. *Plant Soil.* 171:89–103.
- Trustinah, A. Kasno, dan A. Wijanarko. 2009. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap tanah kering masam. *Bul. Palawija* 28(3):183–191.
- Vadez, V., N. Srivastava, L. Krishnamurthy, R. Aruna, and S.N. Nigam. 2005. Standardization of a protocol to screen for salinity tolerance in groundnut. *Internat. Arachis Newsletter.* 25:42–47.
- Varshney, R.K., D.J. Bertioli, M.C. Moretzsohn, V. Vadez, L. Krishnamurthy, R. Aruna, S.N. Nigam, B.J. Moss, K. Seetha, K. Ravi, G. He, S.J. Knapp, and D.A. Hoisington. 2009. The first SSR-based genetic l map for cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Theoretical Appl. Gen.* 118:729–739.
- Von Uexkull, H.R., and E. Mutert. 1995. Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant and Soil.* 171:1–15.
- Weightman, J.A. and G.V. Rangga. 1994. Groundnut pest. *The Groundnut Crop.* pp. 355–479.
- Wu Zheng-feng, Liu Jun-hua, Wan Shu-bo, Sun Kui-xiang, Sun Xue-wu, Feng Hao, ang Wang Cai-bin. 2011. Effect of shading duration on pod yield and quality of Peanut. *Shandong Agric. Sci.* (Abstract).
- Zhang, X., Garnett, T., Davies, K., Peck D., Humphries, A., and Auricht, G. 2004. Genetic evaluation and improvement of acid stress tolerance in lucerne breeding. New direction for a divers planet: Proc. of the 4th Internat. Crop Sci. Congress. Barisbane, Australia, 26 Sep – 1 Oct 2004.

BUDIDAYA KACANG TANAH

Agustina Asri Rahmianna, Herdina Pratiwi, dan Didik Harnowo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.) telah lama dibudidayakan di Indonesia dan umumnya ditanam di lahan kering. Pada saat ini, penanaman kacang tanah telah meluas dari lahan kering ke lahan sawah melalui pola tanam padi-padi-palawija. Kacang tanah ditanam pada berbagai lingkungan agroklimat dengan beragam suhu, curah hujan dan jenis tanah. Jenis tanah lahan sawah pada umumnya Aluvial dan Regosol, sedang lahan kering adalah Podzolik Merah Kuning dan Latosol dengan kemiringan tanah kurang dari 8%.

Daerah pertanaman kacang tanah kebanyakan berada di Pulau Jawa (377.839 ha) atau 70% dari total area 539.495 ha di Indonesia, Sumatera dan Nusa Tenggara berada pada urutan kedua dan ketiga dengan luas areal masing-masing 46.908 ha dan 45.714 ha (BPS 2012). Sentra produksi masih terbatas pada beberapa kabupaten di Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat dan beberapa daerah di Nusa Tenggara Barat dan Sulawesi Selatan. Tanam kacang tanah sebagian besar dilaksanakan pada musim hujan di lahan kering yaitu sekitar 64% dan 36% sisanya dilaksanakan pada musim kemarau di lahan sawah irigasi.

Rata-rata hasil per hektar di tingkat nasional sekitar 1,29 t/ha (BPS 2012), walaupun hasil dari petak penelitian mampu mencapai 2,5–3 t/ha. Beberapa petani di Blitar dan Tuban (Jawa Timur) telah mencapai hasil 2,0–2,5 t/ha. Rendahnya produktivitas kacang tanah disebabkan adanya keragaman cara pengelolaan tanaman, termasuk perbedaan waktu tanam, cara tanam, penyiangan gulma, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit. Di samping itu, pada saat ini budidaya kacang tanah yang baku belum tersedia untuk setiap sentra produksi. Teknologi budidaya merupakan gabungan dari beberapa komponen teknologi sehingga hasil yang tinggi dapat diperoleh ketika masing-masing komponen teknologi diterapkan secara tepat. Apabila salah satu komponen tidak dilaksanakan secara tepat, maka produktivitas yang optimal tidak dapat dicapai.

Produksi ditentukan oleh luas areal panen dikalikan dengan produktivitas, di mana produktivitas ditentukan oleh genotipe, lingkungan dan pengelolaan tanaman atau teknologi budidaya. Kini, teknologi budidaya lebih ditekankan pada pengelolaan tanaman terpadu, yaitu pengelolaan tanaman yang selalu berusaha menyesuaikan dengan perubahan lingkungan sebagai dampak dari perubahan iklim global. Dalam rangka merealisasikan peningkatan produktivitas kacang tanah maka perlu dilakukan perbaikan teknologi budidaya yang sudah ada (*existing technology*) dan merakit teknologi budidaya spesifik lokasi berdasarkan teknologi budidaya rekomendasi komoditas di agroekologi utama yang sudah ada. Hal ini dilakukan dengan memperhatikan sumber daya genetiknya, termasuk viabilitas benihnya.

Faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas kacang tanah berbeda untuk masing-masing daerah produksi. Secara umum faktor abiotik dan biotik yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan tanaman dan produksi kacang tanah adalah sebagai berikut.

1. Pematusan (drainase) jelek.
2. Tanaman sering mengalami kelebihan air pada awal pertumbuhan atau keke-
rangan pada akhir musim kemarau untuk lahan sawah dan kekeringan pada fase
akhir pertumbuhan tanaman untuk lahan kering.
3. Kekurangan unsur hara utama (N, P, K, Ca).
4. Persaingan dengan gulma pada fase pertumbuhan vegetatif, penyiangan jarang
dilakukan dan apabila dilaksanakan sering terlambat.
5. Pengolahan tanah dangkal (10–15 cm) dan masih kurang sempurna sehingga
pembentukan akar dan perkembangan polong menjadi tidak optimal.
6. Benih yang digunakan masih asalan (bukan benih bersertifikat), kadang daya
tumbuh rendah kurang dari 80% sehingga keragaan tanaman sangat bervariasi.
Seringkali populasi tanaman melebihi jumlah optimalnya karena jumlah benih
yang digunakan lebih dari 100–110 kg biji/ha.
7. Serangan penyakit khususnya penyakit layu bakteri dan layu jamur, karat dan
bercak daun, dan virus belang Peanut Stripe Virus (PStV), serta serangan hama
tikus, kutu kebul, ulat pemakan daun, penggerek polong dan nematoda, masih
belum dikendalikan dengan bijaksana.

TANAH DAN IKLIM

Tanah

Jenis tanah lempung berpasir, liat berpasir atau lempung liat berpasir sangat cocok untuk tanaman kacang tanah. Kemasaman (pH) tanah yang cocok untuk kacang tanah adalah 6,5–7,0. Tanaman masih cukup baik bila tumbuh pada tanah agak masam (pH 5,0–5,5), tetapi peka terhadap tanah basa (pH > 7). Pada pH tanah 7,5–8,5 (bereaksi basa) daun akan menguning dan terjadi bercak hitam pada polong. Di tanah basa, hasil polong akan berkurang karena ukuran polong dan jumlah polong menurun. Pada jenis tanah Vertisol yang bertekstur berat (kandungan lempung tinggi) tanaman kacang tanah dapat tumbuh baik, akan tetapi pada saat panen banyak polong tertinggal dalam tanah sehingga mengurangi hasil yang diperoleh.

Tanah yang baik sistem drainasenya menciptakan aerasi yang lebih baik, sehingga tanaman akan lebih mudah menyerap air, hara nitrogen, CO₂ dan O₂. Drainase yang kurang baik akan berpengaruh buruk terhadap respirasi akar, karena persediaan O₂ dalam tanah rendah. Kondisi ini akan menghambat pertumbuhan akar dan bakteri fiksasi nitrogen menjadi tidak aktif. Apabila tanah mempunyai struktur remah, maka keberhasilan perkecambahan benih akan lebih besar, ginofor lebih mudah melakukan penetrasi kemudian berkembang menjadi polong, dan polong lebih mudah dicabut pada saat panen.

Iklim

Unsur iklim meliputi suhu, curah hujan, angin, kelembaban udara, penguapan, awan dan radiasi matahari. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh unsur-unsur iklim antara lain suhu, curah hujan dan radiasi matahari.

Suhu Tanah

Suhu tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi perkecambahan benih dan pertumbuhan awal kecambah. Pada suhu tanah kurang dari 18 °C, kecepatan perkecam-

bahan akan lambat, sebaliknya suhu tanah $>40^{\circ}\text{C}$ akan mematikan benih yang baru ditanam. Kecepatan tumbuh tanaman kacang tanah meningkat dengan meningkatnya suhu dari 20°C menjadi 30°C . Suhu untuk pertumbuhan optimum berkisar antara 27°C dan 30°C tergantung pada macam varietas. Suhu tanah maksimum untuk perkembangan ginofor adalah $30\text{--}34^{\circ}\text{C}$. Bentuk polong akan menjadi kecil dan keras apabila suhu udara dan suhu tanah tinggi.

Suhu Udara

Suhu udara merupakan unsur iklim yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta pembungaan. Pada fase generatif, suhu maksimum terletak antara 24°C dan 27°C , dan suhu udara $>33^{\circ}\text{C}$ akan mempengaruhi benangsari. Suhu diurnal memegang peranan penting khususnya pada awal stadia pertumbuhan tanaman. Proses asimilasi mencapai optimum pada suhu di atas 22°C dan fotosintesis terhambat pada suhu malam kurang dari 20°C . Fenomena ini mempunyai arti penting di daerah subtropik atau di daerah tropik pada lokasi dengan elevasi tinggi, karena efisiensi penggunaan cahaya berkurang sekitar 25% pada suhu malam 18°C dibandingkan dengan suhu malam 23°C (Shorter *et al.* 1992). Di lokasi yang berbeda suhu malam minimumnya, $16,7^{\circ}\text{C}$ dan $20,1^{\circ}\text{C}$ misalnya, hasil polong lebih tinggi pada lokasi dengan suhu malam yang lebih tinggi tersebut. Hal ini karena kecepatan laju pertumbuhan tanaman dan akumulasi hasil polong, masing-masing 30% dan 25–50% lebih tinggi. Pada suhu malam yang lebih tinggi, efisiensi penggunaan cahaya 39% lebih besar dibanding pada suhu malam yang lebih rendah (Bell *et al.* 1992). Suhu malam yang rendah berhubungan dengan lebih rendahnya penghantar mulut daun. Terdapat hubungan linier negatif antara efisiensi penggunaan cahaya dan suhu malam (Bell *et al.* 1992).

Pada musim hujan umur tanaman lebih panjang (135–140 hari) karena suhu udara pada masa pertumbuhan sekitar 21°C , sedang pada musim panas hanya 110–115 hari karena suhu udara lebih tinggi yaitu $26\text{--}29^{\circ}\text{C}$ (Ong 1986). Suhu dasar, suhu optimum dan suhu maksimum untuk masa perkecambahan sebanyak 14 genotipe kacang tanah masing-masing berkisar antara $8\text{--}11,5^{\circ}\text{C}$, $29\text{--}36,5^{\circ}\text{C}$ dan $41\text{--}47^{\circ}\text{C}$. Suhu optimum masa percabangan dan pembungaan berkisar antara $32\text{--}34^{\circ}\text{C}$. Bobot biji berkurang 30% apabila suhu naik dari 20°C menjadi 32°C .

Suhu diurnal juga berperan pada perkembangan penyakit tanaman. Pada suhu siang/malam $30^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$ gejala penyakit layu oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* kelihatan lebih banyak daripada suhu siang/malam lebih rendah: $20^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ dan $25^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$. Pada lokasi dengan suhu yang lebih tinggi, skor penyakit mencapai 3–3,67 bahkan ada yang 4,3 pada suhu $35^{\circ}\text{C}/30^{\circ}\text{C}$, sedang pada suhu rendah gejala penyakit tersebut hanya ringan atau tidak ada gejala sama sekali (Subandiyah dan Hayward 1992).

Untuk penyakit bercak daun, suhu berpengaruh terhadap perkecambahan konidia dan laju proses infeksi. Khusus untuk bercak daun akhir, infeksi meningkat pada suhu 23°C ketika daun dalam keadaan basah selama 3–5 malam, apabila keadaan basah hanya 1–2 malam maka tidak atau sedikit sekali terjadi infeksi. Sebaliknya, pada suhu 13°C infeksi penyakit terjadi setelah daun dalam keadaan basah selama 4–11 malam atau bahkan lebih (Butler 1990). Infeksi tidak terjadi apabila daun dalam keadaan kering, tetapi proses infeksi mungkin terjadi lagi apabila daun dalam keadaan basah selama beberapa malam. Pada kondisi lapang, infeksi dapat terjadi apabila hujan atau cuaca berembun berlangsung >2 malam dan suhu udara memungkinkan, misal suhu udara 27°C dan kelembaban udara $>95\%$ paling sedikit 2–3 hari berturut-turut. Pada suhu yang lebih rendah (18°C), lebih

banyak periode lembab (RH 95%) dibutuhkan untuk terjadinya infeksi penyakit pada daun. Itulah sebabnya penyakit bercak daun akhir lebih banyak muncul pada musim hujan (basah), sedang bercak daun awal dapat terjadi pada musim hujan maupun musim kemarau dan perkembangan spora sangat berkurang pada suhu $<20^{\circ}\text{C}$ (Jensen dan Boyle 1985 dalam Butler 1990).

Pengaruh suhu terhadap penyakit karat daun dilaporkan oleh Gibbons (1986) bahwa serangan penyakit ini menjadi serius dan merugikan apabila suhu lingkungan antara $19\text{--}25^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara sekitar 80% terjadi pada daerah dengan curah hujan 1.000–1.100 mm/th. Pada lingkungan yang lebih kering dengan kelembaban dan curah hujan yang lebih rendah, penyakit karat tidak akan berkembang. Untuk mengatasi dan menekan kehilangan hasil oleh faktor biotik tersebut diperlukan varietas yang relatif toleran/tahan terhadap gangguan hama/penyakit, menjaga kebersihan tempat tumbuh dan diusahakan agar tanaman tumbuh sehat (cukup air dan unsur hara).

Cahaya

Kacang tanah adalah tanaman C_3 dan cahaya mempengaruhi proses fotosintesis dan respirasi. Kanopi tanaman sangat respons terhadap meningkatnya intensitas cahaya. Penyinaran 60% radiasi matahari pada tanaman berumur 60 hari setelah kecambah merupakan saat kritis bagi tanaman. Intensitas cahaya yang rendah pada saat berbunga akan menghambat pertumbuhan vegetatif.

Pada fase pembungaan, saat terbukanya bunga dan jumlah bunga yang terbentuk sangat tergantung pada cahaya. Intensitas cahaya yang rendah pada saat pembentukan ginofor akan mengurangi jumlah ginofor. Di samping itu, rendahnya intensitas penyinaran pada masa pengisian polong akan menurunkan jumlah dan bobot polong sehingga meningkatkan jumlah polong hampa.

Lama Penyinaran dan Iradiasi

Lama penyinaran (fotoperiode) atau panjang hari bagi daerah tropik (daerah ekuator) seperti Indonesia pada umumnya pendek dan tidak jauh berbeda antarmusim, yaitu sekitar 11 jam 30 menit hingga 12 jam 42 menit (List 1958). Dengan demikian lama penyinaran bukan merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman kacang tanah, karena kacang tanah termasuk tanaman hari pendek atau netral. Di daerah subtropik dengan lama penyinaran lebih dari 16 jam per hari, kacang tanah sangat tanggap terhadap hari pendek, khususnya selama fase pertumbuhan reproduktif. Lama penyinaran 12 jam per hari menghasilkan jumlah bunga, jumlah polong dan indeks panen lebih tinggi dibanding dengan lama penyinaran 14–16 jam per hari. Pengaruh lama penyinaran tersebut tampak jelas apabila rata-rata suhu harian selama pertumbuhan tanaman berlangsung adalah 26°C .

Di daerah tropik beriklim basah radiasi matahari yang diterima oleh permukaan bumi lebih rendah daripada di daerah subtropik beriklim sedang. Menurut Best (1962 dalam Chamber 1977) radiasi matahari rata-rata yang diterima per satuan luas (cal/cm^2) selama 7 bulan musim pertumbuhan di daerah subtropik sekitar 1,5 kali lebih tinggi daripada yang diterima di daerah tropik. Faktor lain yang kurang menguntungkan di daerah tropik adalah suhu malam hari relatif lebih tinggi yang mendorong cepatnya proses respirasi. Shorter *et al.* (1992) dan Bell *et al.* (1992) melaporkan bahwa hasil kacang tanah di daerah tropik beriklim basah lebih rendah dibanding hasil di daerah tropik beriklim kering dan subtropik, masing-masing 2,5 t, 4,5 t dan 5,8 t/ha polong kering. Penyebab utama adalah rendahnya

radiasi matahari dan tingginya suhu udara di daerah tropik beriklim basah. Pendapat tersebut diperkuat oleh Darmijati (1987) yang melaporkan bahwa hasil kacang tanah rata-rata pada musim hujan lebih rendah daripada musim kemarau, masing-masing 1,4 t/ha dan 1,8 t/ha. Salah satu faktor penyebabnya adalah radiasi matahari yaitu berkisar antara 107–357 cal/cm²/hari pada musim hujan dan antara 250–400 cal/cm²/hari pada musim kering selama pertumbuhan tanaman berlangsung.

Curah Hujan

Keragaman jumlah dan distribusi curah hujan sangat berpengaruh atau dapat menjadi kendala hasil kacang tanah. Hujan yang cukup pada saat tanam sangat dibutuhkan agar tanaman dapat berkecambah dengan baik dan distribusi curah hujan yang merata selama periode tumbuh akan menjamin pertumbuhan vegetatif. Sedangkan bila terlalu banyak hujan pada fase vegetatif akan menurunkan hasil. Demikian pula apabila hujan turun agak banyak pada saat panen akan menyebabkan biji berkecambah. Pada lahan tegalan, curah hujan terutama distribusi atau penyebarannya sangat menentukan keberhasilan tanaman kacang tanah. Kelembaban tanah yang cukup pada awal pertumbuhan, saat berbunga, dan saat pembentukan polong sangat penting untuk mendapatkan produksi yang tinggi.

Penyebaran curah hujan yang beragam diduga merupakan penyebab dari beragamnya nilai indeks panen kacang tanah. Darmijati *et al.* (1989) menjelaskan bahwa jumlah curah hujan yang cukup (428–1066 mm) dan merata sepanjang pertumbuhan tanaman dapat menghasilkan 1,55 t/ha polong kering, sebaliknya walaupun curah hujan cukup (359–820 mm), tetapi tidak menyebar secara merata selama musim pertumbuhan hanya menghasilkan 0,42–0,71 t/ha. Walaupun jumlah curah hujan cukup rendah, 314 mm, namun menyebar merata selama pertumbuhan tanaman maka dapat menghasilkan polong cukup tinggi yaitu 1,17 t/ha polong kering. Ong (1986) juga melaporkan berkurangnya hasil kacang tanah dari 8% menjadi 56% apabila panjang musim hujan berkurang dari 80 hari menjadi 50 hari. Makin pendek musim hujan, kehilangan hasil makin besar karena periode keringnya bertambah panjang. Apabila periode kering terjadi saat tanaman berumur 36–105 hari setelah tanam, maka persentase kemasakan biji hanya 36%. Hasil kacang tanah dapat mencapai empat kali lebih besar apabila pengairan diberikan pada fase vegetatif dan generatif daripada apabila takaran pengairan sama tetapi hanya diberikan pada fase vegetatif saja (ODA 1984 dalam Ong 1986). Suyamto *dkk* (1989) melaporkan bahwa pada kondisi tanpa pengairan dan hanya mengandalkan curah hujan 85 mm, tanaman menghasilkan 0,04 t/ha polong kering, namun dengan curah hujan 550 mm dapat menghasilkan 2,4 t/ha. Pengairan sebanyak 10 kali dilihat dari segi teknis dianggap cukup ideal untuk memberikan hasil yang tinggi (≥ 4 t/ha). Yang menjadi pertanyaan, apakah hal tersebut ekonomis serta berapa milimeter setara curah hujan yang diperlukan selama pertumbuhan tanaman berlangsung.

Waktu Tanam

Kacang tanah dapat tumbuh sepanjang tahun pada berbagai kondisi tanah yang berbeda, yaitu di lahan sawah pada musim kemarau I (Maret/April–Juni/Juli), musim kemarau II (Juni/Juli–September/Oktober), dan musim hujan (November/Desember–Februari/Maret), dan di lahan tegal pada musim hujan. Salah satu faktor penting dalam penanaman kacang tanah adalah menentukan waktu tanam. Di lahan sawah yang ditanami padi, saat panen padi menentukan waktu tanam kacang tanah. Sedangkan di lahan tegal, saat dan jumlah curah hujan yang cukup akan menentukan waktu tanam yang

tepat. Di lahan kering, kisaran waktu tanam umumnya sangat sempit dan saat atau waktu tanam petani adalah saat yang tepat. Penundaan saat tanam akan menurunkan hasil (Tabel 1). Hal ini berkaitan dengan jumlah curah hujan yang tersedia.

Tabel 1. Hasil polong kering pada beberapa waktu tanam.

Waktu tanam	Curah hujan (mm)		Hasil polong Kering (t/ha)
	Saat tanam	Selama masa pertumbuhan	
Bersama petani	180	351	1,50
7 HSP ¹⁾	198	333	1,26
14 HSP	237	329	1,09
21 HSP	241	294	0,37
28 HSP	271	260	0,31

HSP = Hari setelah petani tanam; Saat tanam petani sekitar akhir Maret 1991.

Sumber: Harsono dan Rahmianna 1991.

Berdasar awal musim hujan yang berbeda-beda di wilayah Indonesia maka saat tanam dan lokasi tanam kacang tanah dikelompokkan menjadi 5 waktu tanam (Tabel 2).

Tabel 2. Masa tanam dan persentase luas areal tanam kacang tanah di sentra-sentra produksi di Indonesia dalam siklus satu tahun.

Musim	Saat tanam	Lokasi
Musim hujan awal (MH I)	Oktober (8%)	DI Aceh, Sumatera Utara, Riau, sebagian Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali dan Sulawesi Selatan
	November (27%) Desember (22%)	DI Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Kalimantan Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur
Musim hujan pertengahan hingga akhir (MH II)	Januari (15%) Februari (18%) Maret (10%)	DI Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur
Musim kemarau awal (MK I)	April (21%) Mei (20%) Juni (20%)	DI Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Kalimantan Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Selatan
Musim kemarau pertengahan hingga akhir (MK II)	Juli (17%) Agustus (13%) September (9%)	DI aceh, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Sulawesi Selatan dan Nusa Tenggara Barat.

Sumber: Karsono 1996.

Pergiliran Tanaman

Kacang tanah cukup peka terhadap pengaruh jenis tanaman lain dalam suatu pola pergiliran tanaman. Pemilihan tanaman yang akan digilir juga harus dipertimbangkan agar tidak menjadi inang untuk hama atau penyakit yang dapat menyerang tanaman kacang tanah. Di sisi lain, kurang tepat apabila satu daerah hanya ditanami kacang tanah selama tiga tahun berturut-turut tanpa digilir dengan tanaman lain. Hal ini menyebabkan terjadi ledakan serangan penyakit yang merugikan tanaman. Pergiliran tanaman akan bermanfaat

karena: a) meningkatkan efisiensi pemupukan, b) mengurangi kehilangan hasil karena serangan hama dan penyakit tanaman, c) mengurangi pertumbuhan gulma. Berikut disampaikan pola pergiliran tanaman yang umum dijumpai.

Di lahan sawah:

- padi–padi–kacang tanah
- padi–kacang tanah–kedelai
- padi–kacang tanah–kacang hijau/bero.

Di lahan sawah tadah hujan, areal kacang tanah masih sedikit dan umumnya hanya ditujukan untuk memperbanyak benih untuk ditanam di lahan sawah.

Di lahan tegal:

- ubikayu+jagung–kacang tanah
- jagung–kacang tanah–kacang hijau
- kacang tanah–kacang tanah
- kedelai–kacang tanah.

Di lahan kering yang airnya sepenuhnya tergantung dari curah hujan, kacang tanah biasanya ditanam secara monokultur dengan pola tanam:

- jagung–kacang tanah–kacang hijau
- kacang tanah–jagung atau kedelai–kacang tanah.

Meskipun kadang-kadang ditumpangсарikan, pola tanam yang umum dijumpai adalah:

- padi gogo–kacang tanah+jagung
- Rosela–kacang tanah+jagung
- ubikayu+jagung–ubikayu+kacang tanah
- kacang tanah–jagung/kacang hijau
- kacang tanah–kacang tanah, kedelai–kacang tanah.

Kacang tanah ditanam pada awal musim hujan sebagai persediaan benih untuk pertanaman kedua pada akhir musim hujan antara bulan Maret/April.

Di lahan pasang surut:

- Padi–padi; pola ini dapat dilakukan dengan padi unggul–padi lokal
- Padi–palawija
- Palawija–palawija
- Padi/palawija–padi/palawija (sistem surjan).

Dari empat pola tanam tersebut kacang tanah dapat dimasukkan pada pola 2, 3, dan 4 yaitu pada pertanaman palawija. Khusus untuk pola palawija–palawija agar terjadi pergantian jenis tanaman, kacang tanah sebaiknya dimasukkan pada pertanaman musim hujan.

Di lahan kering beriklim D3, tanam kacang tanah sesudah jagung dipanen masih dapat dilakukan. Apabila curah hujannya baik, dengan pengelolaan tanaman yang baik dapat dihasilkan 1,8 t/ha polong kering. Namun pola ini masih menanggung sedikit risiko kekeringan. Agar lebih aman, sebaiknya kacang tanah ditanam secara sisipan di antara tanaman jagung sekitar 3 minggu sebelum panen. Dengan demikian, kacang tanah terhindar dari kekeringan dan hasil jagung tidak terganggu. Penerapan pola tanam jagung + kacang tanah – kacang tanah juga dapat diterapkan di lahan ini dan diduga akan dapat menghasilkan kacang tanah dan keuntungan per satuan luas yang lebih tinggi.

Di lahan kering beriklim E dengan bulan basah kurang dari 3 bulan/tahun, pola tanam jagung-kacang tanah tidak dapat diterapkan. Sementara itu, jagung harus tetap ditanam dengan produksi yang cukup. Untuk dapat mengembangkan kacang tanah di daerah ini, kacang tanah dapat ditanam secara tumpangsari dengan jagung atau mengganti jagung dengan kacang tanah. Penggantian jagung dengan kacang tanah monokultur di samping dapat meningkatkan produksi kacang tanah 100% dari tumpangsari, secara ekonomis juga cukup menguntungkan.

Tumpangsari

Untuk memanfaatkan lahan per satuan luas dan waktu dalam rangka efisiensi pemakaian air yang ada di dalam tanah maupun dari curah hujan, maka penanaman dua (2) jenis tanaman pada saat yang bersamaan atau tumpangsari telah banyak dilakukan oleh petani khususnya di lahan tegalan. Tumpangsari kacang tanah dengan tanaman pangan lain yang sering dijumpai di lapang adalah dengan jagung atau ubikayu. Jarak antardua baris jagung atau ubikayu adalah 2–3 m, dan di tengah-tengahnya ditanami 5–6 baris tanaman kacang tanah. Petani di Jawa Timur menumpangsarikan jagung dengan kacang tanah. Populasi jagung adalah 40.000 tanaman/ha (53% dari populasi monokulturnya) dan populasi kacang tanah 190.000 tanaman per hektar (95% dari populasi monokulturnya). Hasil rata-rata polong kacang tanah adalah 1,14 t/ha (80% dari tanaman tunggal) dan 0,9 t/ha jagung (43% dari tanaman tunggal). *Land Equivalent Ratio* (LER) mencapai 1,23 berarti sistem tumpangsari meningkatkan hasil 23% lebih tinggi dari hasil sistem tanaman tunggal (van Hoof 1987).

Di lahan-lahan kering sentra produksi ubikayu, tumpangsari ubikayu dengan tanaman pangan semusim dapat diperkenalkan. Pola yang sudah diperkenalkan dan dicoba di Kab. Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah adalah pola tumpangsari baris ganda ubikayu dengan kacang tanah yang menggabungkan tiga macam budidaya, yakni:

- budidaya monokultur tanaman kacang tanah pada musim pertama (awal musim hujan),
- tumpang-sisip dengan penanaman ubikayu yang diatur secara baris ganda 2,6 meter (umur kacang tanah 20 hari),
- budidaya lorong tanaman kacang tanah di antara ubikayu pada musim kedua (menjelang akhir musim hujan).

Realisasi di lapang adalah sebagai berikut:

1. Penanaman kacang tanah (pada awal musim hujan atau MH-I),
2. Kacang tanah ditanam dengan populasi 100% (budidaya monokultur biasa),
3. Penanaman ubikayu baris ganda (umur kacang tanah 20 hari),
4. Tanaman ubikayu ditanam 20 hari setelah tanam kacang tanah. Ubikayu ditanam secara baris ganda dengan jarak tanam (60 cm x 70 cm) x 260 cm. Jarak tanam 60 cm x 70 cm adalah jarak tanam ubikayu dalam baris ganda, sedangkan 260 cm adalah jarak antarbaris ganda ubikayu. Dengan pola tersebut, populasi ubikayu sekitar 90% dari cara tanam monokultur (populasi monokultur 10.000 tanaman/ha),
5. Penanaman kacang tanah kedua (pada akhir musim hujan atau MH-II),
6. Setelah kacang tanah dipanen, maka tersedia ruang di antara baris ganda ubikayu selebar 260 cm. Di antara lorong tersebut dapat ditanami 5 baris kacang tanah dengan

jarak 40 cm x 15 cm atau 35 cm x 20 cm. Jarak tanam ini populasinya mencapai 70% dari monokultur.

Walaupun populasi ubikayu sedikit lebih rendah dari populasi monokultur (sekitar 90%), namun karena pengaturan tumpangsari baris ganda ini, hasil ubikayu lebih tinggi daripada hasil monokulturnya.

Pada areal pertanaman tebu telah dilaksanakan pula tumpangsari tebu + kacang tanah. Kacang tanah ditanam pada sisi atas guludan, dan pada saat panen tanah dari guludan ini dipakai untuk membumbun tanaman tebu. Hasil kacang tanah terbesar (2,613 t/ha) tercapai apabila kacang tanah ditanam 6 minggu mendahului tebu dan terkecil (1,126 t/ha) dicapai apabila kacang tanah ditanam pada waktu bersamaan dengan tebu.

Ditinjau dari faktor saat tanam kacang tanah terhadap saat tanam tebu, LER mencapai 1,17–1,30 berarti sistem tumpangsari tebu dan kacang tanah meningkatkan hasil antara 17–30% lebih tinggi dari hasil sistem tunggal (Arifin 1996). Ditinjau dari faktor pola jarak tanam antar-barisan tebu, angka LER terbesar yaitu 1,33 tercapai pada pola 70–190 cm, selanjutnya berturut-turut menurun 1,26 (pola 90–170 cm), 1,18 (pola 110–150 cm) dan terkecil 1,16 (pola 130–130 cm).

Kacang tanah merupakan salah satu jenis tanaman yang dianjurkan untuk ditumpangsarikan dengan tebu karena tidak tumbuh bersaing dengan tanaman tebu, serta dapat meningkatkan produktivitas lahan dan meningkatkan pendapatan petani tebu.

KOMPONEN TEKNOLOGI BUDIDAYA

Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah sebelum tanam mempunyai dua tujuan pokok yaitu: (a) Membuat kondisi fisik lahan remah/gembur untuk menunjang pertumbuhan yang baik bagi tanaman, dan, (b) Mengurangi populasi gulma yang tumbuh.

Penyiapan lahan yang baik mempermudah penanaman, pertumbuhan dan perkembangan benih, kecambah dan tanaman muda, akar tanaman akan lebih baik, ginofor akan lebih mudah menembus tanah serta polong berkembang secara lebih baik. Pengolahan tanah sempurna merupakan pengolahan tanah yang lazim dilakukan secara intensif yaitu dua kali dibajak dan digaru dengan tujuan agar tanah menjadi gembur, remah, bersih dari sisa-sisa tanaman sebelumnya serta bersih dari gulma. Dengan demikian tanaman mampu membentuk sistem perakaran yang lebih dalam, leluasa dan mempengaruhi penyerapan unsur hara dan air. Kandungan air tanah dipengaruhi oleh perbedaan sistem pengolahan tanah yaitu kandungan air tanah lebih tinggi terdapat pada tanah tanpa diolah diikuti pengolahan tanah terbatas (Girsang 1999).

Di lahan sawah, sebaiknya di kanan dan kiri petakan dibuat drainase, sehingga akan terbentuk bedengan. Pada tanah-tanah bertekstur liat, atau dengan kandungan abu dan lempung tinggi, hendaknya dibuat bedengan dengan ukuran 2 m, sehingga lima jalur tanaman di atas bedengan. Hal ini untuk mempercepat drainase/pengatusan lahan.

Kacang tanah yang ditanam tanpa bedengan serta tanahnya diolah secara dangkal akan berpengaruh negatif pada hasil, sebab pertumbuhan tanaman kurang optimal. Pembuatan bedengan yang diapit oleh saluran patusan dapat meningkatkan hasil 0,34 t/ha dibanding dengan tanpa saluran (Tabel 3). Kegunaan saluran ini selain untuk mengalirkan air pada saat kelebihan, juga dipakai untuk saluran irigasi apabila diperlukan tambahan air. Saluran patusan ini dibuat dengan lebar ± 25 cm dan dalam ± 25 cm.

Tabel 3. Hasil polong kacang tanah pada 2 cara penyiapan lahan. Kediri, MK 1990.

Perlakuan	Hasil polong kering (t/ha)
Pengolahan tanah 25 cm dan lebar bedengan 4 m	1,68 a
Pengolahan tanah 15 cm dan tanpa bedengan	1,34 b

Sumber: Adisarwanto dan Rahmianna 1991.

Cara pengolahan tanah berpengaruh pada pertumbuhan vegetatif, generatif dan fenologi tanaman. Pengolahan tanah sempurna menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (luas daun, jumlah bunga, bobot kering tanaman, jumlah polong isi, bobot kering polong dan bobot biji per tanaman) paling baik dibanding pada pengolahan tanah terbatas dan tanpa pengolahan tanah (Tabel 4). Demikian pula, pengolahan tanah sempurna mempercepat pembungaan dan panen dibandingkan tanaman yang ditanam pada lahan tanpa olah tanah (Tabel 5).

Tabel 4. Pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman kacang tanah pada tiga cara pengolahan tanah.

Perlakuan	Luas daun (cm ²)	Bobot kering tanaman (g)	Jumlah polong isi/tan	Bobot polong kering/tan (g)	Bobot biji/tan (g)	Jumlah bunga terbentuk (buah)
Tanpa Olah Tanah	688,4b	16,7b	11,3	15,2	10,7	16,b9
Olah Tanah Terbatas	966,8ab	19,8b	14,7	15,2	10,9	22,9a
Olah Tanah Sempurna	1123,1a	22,9a	15,1	19,9	13,7	23,9a
BNT 5%	n	tn	tn	tn	tn	n

n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Cibro 2008.

Tabel 5. Umur berbunga dan umur panen kacang tanah pada tiga cara pengolahan tanah.

Perlakuan	Umur berbunga (hari)	Umur panen (hari)
Tanpa Olah Tanah	28,8a	91,5a
Olah Tanah Terbatas	28,0b	89,2ab
Olah Tanah Sempurna	27,4b	88,6b
BNT 5%	n	n

n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Cibro 2008.

Mulsa Organik

Pemberian mulsa organik menjadikan suhu dan kelembaban tanah lebih seragam, karena dapat bertindak sebagai insulator yaitu akan menyalurkan panas apabila suhu dingin dan akan mendinginkan bila suhu udara panas (Coleman *et al.* 1989). Selain itu, mulsa juga menurunkan jumlah air yang hilang akibat evaporasi, mengurangi pemadatan tanah akibat curah hujan yang tinggi dan mengurangi pertumbuhan gulma (Williams 1997). Oleh karena itu, mulsa organik juga cenderung mempercepat saat berbunga, umur panen, cenderung meningkatkan jumlah cabang, jumlah bunga dan nyata meningkatkan jumlah polong isi per tanaman. Aplikasi mulsa organik jerami pada dosis 3 t/ha telah meningkatkan jumlah polong isi per tanaman dan tidak menurunkan bobot 100 biji atau ukuran bijinya (Tabel 6). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sutarto (1986) bahwa

dosis mulsa organik 2–4 t/ha dapat meningkatkan jumlah bunga, jumlah ginofor, jumlah polong per tanaman, dan jumlah polong isi per tanaman. Selain dapat meningkatkan kelembaban tanah, mulsa organik juga memperbaiki iklim mikro di bawah tanaman dan menekan populasi gulma.

Mulsa organik yang diaplikasikan menjadikan struktur tanah lebih gembur (Coleman *et al.* 1989) sehingga mempermudah ginofor masuk ke dalam tanah untuk berkembang menjadi polong. Di samping itu, terjadinya peningkatan aktivitas mikroorganisme dan makrofauna dengan membuat lubang udara di dalam tanah telah mempermudah infiltrasi air ke dalam tanah, dan kotorannya dapat meningkatkan stabilitas agregat, sehingga pembentukan dan pertumbuhan polong kacang tanah menjadi lebih baik.

Pengolahan tanah dan pemberian mulsa jerami pada dasarnya tidak perlu diberikan bersama-sama pada budidaya kacang tanah setelah padi pada lahan sawah dengan struktur tanah relatif ringan. Apabila tanah diolah, maka tidak perlu diberi mulsa. Sebaliknya, apabila tanah tidak diolah, maka mulsa perlu diberikan (Tabel 7).

Tabel 6. Pengaruh aplikasi mulsa jerami pada jumlah polong isi dan ukuran biji.

Perlakuan	Jumlah polong hampa/tan	Jumlah polong isi/tan	Bobot 100 biji (g)
Tanpa Mulsa	2,6 a	44,3 a	54,2 a
Mulsa Jerami 3 t/ha	2,8 a	47,0 b	54,2 a
Mulsa Jerami 5 t/ha	2,9 a	48,6 b	53,6 a
BNT 5%	tn	n	tn

n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Tjahjo (2008).

Tabel 7. Pengaruh kombinasi pengolahan tanah dan mulsa jerami terhadap hasil kacang tanah. Jambegede, MK 1988.

Pengolahan tanah	Mulsa	Hasil polong kering (t/ha)
Tanpa	Tanpa	3,54 b
	6 t mulsa jerami/ha	3,82 ab
Diolah	Tanpa	4,02 a
	6 t mulsa jerami	3,65 b
BNT 5%		n

n: nyata.

Sumber: Suyamto *et al.* 1989.

Pengendalian Gulma

Kacang tanah lebih mudah terinvestasi gulma pada fase awal perkecambahan dan selama pertumbuhan vegetatif karena pertumbuhan kanopi lambat dan jarak tanam antar-baris lebar (40 cm). Ruang bebas di antara tanaman ini menciptakan kondisi yang kondusif bagi tumbuhnya gulma terutama spesies gulma yang tahan naungan. Besarnya investasi gulma di lahan kacang tanah juga dapat disebabkan rendahnya populasi kacang tanah akibat jumlah perkecambahan yang rendah. Holland dan MacNamara (1982) menyatakan bahwa pada kerapatan tanaman yang rendah, gulma tumbuh lebih pesat karena gulma tidak mengalami persaingan tinggi terhadap unsur hara, cahaya, dan air.

Saat penyiangan gulma yang tepat sebenarnya tergantung pada populasi gulma di lapang. Penyiangan seyogyanya dilaksanakan sebelum tanaman berbunga. Manfaat dari penyiangan antara lain:

- menekan persaingan unsur-unsur hara antara tanaman dengan gulma,
- memperkecil/mengurangi sumber serangan hama-penyakit,
- mempermudah pemeliharaan dan panen,
- menggemburkan tanah.

Pengendalian gulma dapat dilakukan secara mekanis dengan bajak, cangkul, sabit, atau secara kimia menggunakan herbisida. Herbisida Lasso dengan takaran 1,5 kg/ha bahan aktif, dapat digunakan sebagai herbisida pra-tumbuh. Penyiangan 2 kali pada umur 21 dan 42 HST, tiga kali pada umur 15, 30 dan 45 HST serta gabungan satu kali penyiangan dan herbisida pra-tumbuh memberikan hasil polong yang setara untuk varietas Kelinci. Apabila gulma dikendalikan, terjadi peningkatan hasil 0,85–1,05 t/ha (Tabel 8).

Tabel 8. Hasil polong kering kacang tanah pada beberapa cara pengendalian gulma. Jambegede, 1989.

Cara pengendalian gulma	Hasil polong kering (t/ha)
Tidak disiang	1,56 a
Herbisida Pra Tumbuh + Disiang 1 kali (umur 42 hari)	2,60 b
Disiang 2 kali (umur 21 dan 42 hari)	2,41 b
Disiang 3 kali (umur 15, 30 dan 45 hari)	2,61 b
BNT 5%	n

n: nyata.

Sumber: Rahmianna 1989.

Pertumbuhan awal tanaman kacang tanah (pada 3 minggu pertama umur tanaman) yang lambat menyebabkan dominasi gulma menjadi besar. Namun secara umum tampak bahwa dominasi gulma semakin berkurang dengan bertambahnya umur tanaman mulai 3 hingga 12 MST (Tabel 9). Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan gulma tersaingi oleh pertumbuhan tanaman kacang tanah. Persiapan lahan baik yang diolah maupun yang tidak diolah, ternyata tidak mempengaruhi dominasi gulma. Hal ini menunjukkan bahwa biji gulma maupun bagian-bagian vegetatif gulma mampu tumbuh dengan cepat setelah tanah diolah.

Tabel 9. Pengaruh perlakuan cara pengolahan tanah pada dominasi gulma pada beberapa umur tanaman kacang tanah.

Perlakuan	Dominasi gulma (%) pada umur MST			
	3	6	9	12
Tanpa Olah Tanah	61,8	57,3	37,8	30,3
Olah Tanah Terbatas	63,9	56,4	38,6	31,1
Olah Tanah Sempurna	60,9	55,1	37,8	30,3
BNT 5%	tn	tn	tn	tn

tn: tidak nyata.

Sumber: Cibro 2008.

Cara Tanam, Kepadatan Tanaman, dan Jarak Tanam

Kacang tanah sebagian besar ditanam di lahan kering dengan menyebar benih di belakang alur bajak dan diperkirakan populasi mencapai 300.000–500.000 tanaman/ha. Karena secara umum kualitas benih rendah, pada saat panen hanya tersisa antara 100.000–150.000 tanaman/ha. Populasi tanaman optimum adalah 250.000 tanaman/ha, benih ditanam secara tugal dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm. Cara larikan ini bertujuan untuk mempermudah pemeliharaan tanaman yang meliputi penyiangan gulma dan penyemprotan fungisida/insektisida. Penanaman dengan cara meletakkan benih mengikuti jalur bajak dapat pula dilakukan asal penempatan/peletakan benih kacang tanah pada jarak teratur. Benih diletakkan dalam lubang tanam sedalam $\pm 3-5$ cm, satu biji/lubang kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah halus. Penutupan ini bertujuan untuk menjamin terjadinya kontak antara benih dan air tanah, mengurangi serangan hama dan mengurangi busuk benih karena banyaknya air di dalam lubang tanam. Kebutuhan benih untuk jarak tanam 40 cm x 10 cm dengan rendemen/ nisbah biji/polong 50% dan bobot biji 45 g/100 biji adalah sekitar 175 kg/ha polong kering atau 80–90 kg biji.

Tabel 10. Hasil polong kacang tanah pada beberapa kepadatan dan jarak tanam. Kediri, MK 1990.

Populasi tanaman/ha	Jarak tanam (cm x cm)	Hasil polong (t/ha)
62.500	40 x 40	0,78 a
83.000	40 x 30	0,78 a
111.000	30 x 30	0,98 a
125.000	40 x 20	1,33 ab
167.000	30 x 20	1,60 b
167.500	40 x 15	1,61 b
250.000	40 x 10	1,94 b
250.000	20 x 20	1,80 b
333.000	40 x 7,5	2,09 b

Sumber: Rahmianna 1988.

Kacang tanah yang ditanam di lahan sawah setelah padi pada populasi 125.000 sampai 333.000 tanaman/ha tidak menciptakan perbedaan hasil polong yang berarti (Tabel 10). Atas pertimbangan kualitas benih dan jumlah benih yang dibutuhkan maka populasi tanaman 250.000 tanaman/ha dapat dianjurkan. Untuk daerah lahan kering yang sangat sedikit curah hujannya atau tingginya risiko kekurangan air pada penanaman bulan Juli/Agustus (musim kemarau), penggunaan 50% dari populasi optimum 250.000 tanaman/ha (125.000 tanaman/ha) memberi hasil polong tertinggi, dibanding populasi tanaman yang rendah (60.000) maupun 250.000 tanaman/ha (Tabel 10). Hal ini menandakan bahwa penggunaan air tanah lebih efisien pada populasi rendah.

Jarak tanam dalam baris yang semakin rapat akan semakin meningkatkan tinggi tanaman kacang tanah (Tabel 11). Hal ini disebabkan tajuk tanaman yang semakin rapat mengakibatkan kualitas cahaya yang diterima menjadi menurun. Sinar biru dan infra merah banyak diserap, sedangkan sinar hijau dipantulkan atau diteruskan. Kualitas cahaya yang jatuh pada tajuk tanaman yang semakin menutup, lebih banyak sinar infra merah sehingga terjadi pemanjangan batang (Supriyadi *et al.* 1986).

Jumlah polong bernas per tanaman secara nyata dipengaruhi oleh jarak tanam. Jarak tanam antarbaris tanaman yang semakin rapat, dari 50 cm menjadi 40 cm x 16 cm dan 30 cm, telah menurunkan jumlah polong bernas per tanaman. Hal ini diduga jarak tanam 40–50 cm dapat memberikan ruang tumbuh yang optimum sehingga polong bernas yang terbentuk semakin banyak. Hal ini diduga karena adanya persaingan dalam pengambilan zat hara dan cahaya (Kari *et al.* 1993). Apabila persaingan ini berlanjut dalam waktu yang lama maka dapat meningkatkan jumlah biji keriput dan menurunkan jumlah polong bernas (Trustinah 1993).

Bobot polong bernas dan bobot biji per tanaman, ukuran biji dan hasil polong per satuan luas tidak dipengaruhi oleh populasi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa populasi sekitar 125 ribu tanaman/ha pada tiga tata letak tanaman memberi ruang yang ideal bagi hasil polong.

Tabel 11. Hasil, komponen hasil dan pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah pada beberapa jarak dan populasi tanaman.

Jarak tanam (cm x cm)	Populasi tan/ha	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah polong bernas/ tan	Bobot polong bernas/ tan (g)	Bobot biji/tan (g)	Bobot 100 biji (g)	Bobot polong segar (t/ha)
30 x 26,6	125.333	23,88 b	17,64 b	16,53	11,55	33,37	5,6
40 x 20	125.000	22,51 c	22,83 a	15,47	11,05	35,78	5,3
50 x 16	125.000	26,58 a	19,84 ab	15,65	11,12	36,31	4,9
BNT 5%		n	n	tn	tn	tn	tn

n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Ali 2004.

Perlakuan Benih

Daya tumbuh benih yang baik adalah lebih dari 90%, dan sangat dianjurkan untuk melakukan uji daya tumbuh sebelum benih ditanam. Biji kacang tanah yang dipilih untuk benih adalah yang tua, bernas dan bebas dari penyakit (tidak bernoda). Pertanaman yang hasil polongnya akan digunakan untuk benih harus dipanen ketika polong sudah masak fisiologis dengan kriteria bahwa paling tidak 80% dari jumlah polong bernas, kulit polong bagian dalamnya sudah berwarna coklat kehitaman. Umur panen tidak dapat dipakai sebagai patokan yang baku dan tidak dapat diperlakukan sama untuk semua agroekologi karena perbedaan musim tanam dan iklim.

“Seed treatment” dengan fungisida Captan, maupun kombinasi insektisida Tiamektosan dan fungisida Captan ternyata meningkatkan jumlah tanaman dipanen. Hal ini menunjukkan bahwa fungisida tersebut efektif dalam menekan serangan jamur tular tanah dan bakteri layu selama pertumbuhan tanaman, utamanya pada awal pertumbuhan tanaman. Terhadap hasil polong kering, kombinasi fungisida dan insektisida ternyata memberikan hasil terbaik dibanding aplikasi tunggal maupun tanpa aplikasi sama sekali. Aplikasi fungisida atau insektisida tidak meningkatkan hasil polong kering, namun dengan dikombinasikannya Captan dan Tiamektosan diperoleh peningkatan hasil polong kering antara 6,5–15,4% (Tabel 12).

Tabel 12. Populasi tanaman saat panen dan hasil polong kacang tanah pada empat perlakuan benih. Jepara.

Perlakuan	Populasi saat panen/ha	% populasi saat panen	Hasil polong kering (t/ha)
Tanpa Isektisida & Fungisida	163.056 c	65,2	3,073 b
Fungisida Captan	188.556 a	75,4	3,236 b
Isektisida Tiamektosan	167.667 bc	67,1	3,395 ab
Captan + Tiamektosan	184.000 ab	73,6	3,634 a
BNT 5%	n		n

N = nyata.

Sumber: Rahmianna dan Purnomo 2013.

Pemupukan

Kacang tanah seperti tanaman kacang-kacangan lainnya tidak menunjukkan respons yang nyata terhadap tambahan pupuk. Akan tetapi untuk mempertahankan keseimbangan unsur hara di dalam tanah, maka pemberian pupuk sebanyak 50 kg Urea, 100 kg TSP dan 50–100 kg KCl/ha dapat digunakan sebagai patokan anjuran. Pupuk dapat diberikan dengan disebar merata pada petakan tanah sebelum tanam lalu dicampur/diaduk dengan tanah. Dapat pula pupuk diberikan secara larikan yaitu dengan membuat parit sekitar 7–10 cm di samping lubang benih.

Beberapa daerah sentra produksi kacang tanah menunjukkan gejala kekurangan unsur mikro Fe (besi) yaitu daun berwarna kuning pucat. Gejala ini dapat diatasi dengan penyemprotan pupuk daun yang mengandung unsur mikro, yang dilakukan pada saat tanaman berumur 3 dan 6 minggu. Pada lokasi di mana kandungan unsur kalsiumnya sangat rendah, polong yang terbentuk kurang bernas, maka pemberian 0,5–1 t/ha dolomit dengan cara dicampur dengan tanah pada kedalaman 0–20 cm, meningkatkan jumlah polong bernas dan memberikan hasil polong lebih baik dari yang disebar pada permukaan tanah pada larikan sedalam 5–10 cm sebelum tanaman berbunga (Tabel 13).

Tabel 13. Hasil polong kering pada dua cara aplikasi dan dosis dolomit.

Dosis dolomit	Hasil polong kering (t/ha)	
	Dolomit disebar	Dolomit diaduk pada 0–20 cm
1 t dolomit/ha	2,28	2,43
0,5 t dolomit/ha	1,99	2,44

Sumber: Wijanarko dkk 2011.

Pada lahan sawah bekas padi dengan pemupukan anorganik N,P,K yang intensif, maka perlu diaplikasikan pupuk organik pada pertanaman kacang tanah yang ditanam sesudah padi. Pupuk kandang dicampur dengan jerami yang diaplikasikan sebelum pengolahan tanah nyata meningkatkan tinggi tanaman, jumlah polong dan bobot polong per satuan luas lahan dibanding aplikasi masing-masing pupuk organik dan tanpa pupuk organik (Tabel 14).

Pada tanah dengan tingkat kesuburan yang tergolong rendah: pH (H_2O) rendah, nitrogen dan fosfat sedikit tersedia, kalium tergolong sedang, bahan organik rendah, maka perlu diberi pupuk organik. Tanaman tumbuh lebih tinggi dengan semakin meningkatnya penambahan dosis kotoran ayam dari 2,5–7,5 t/ha. Jumlah cabang semakin meningkat dengan bertambahnya dosis kotoran ayam hingga 5 t/ha (Tabel 15). Perlakuan kotoran

ayam mulai dosis 2,5–7,5 t/ha menyebabkan struktur tanah menjadi ringan dan menyediakan unsur hara makro dan unsur mikro yang cukup untuk pertumbuhan tanaman yang optimal sehingga jumlah daun meningkat.

Tabel 14. Tinggi tanaman, jumlah polong dan bobot polong kering pada beberapa aplikasi pupuk organik.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah polong isi (buah)	Bobot polong segar (t/ha)
Tanpa Pupuk	14,9a	3,9 a	5,372 a
Pupuk Jerami 10 t/ha	16,4b	5,8 b	7,935 b
Pupuk Kandang 10 t/ha	16,8b	5,6 b	7,560 b
Pupuk Kandang dan Jerami 10 t/ha	17,7c	8,7 c	11,737 c
BNT 5%	n	n	n

n: nyata.

Sumber: Arinong *et al.* 2006.

Aplikasi kotoran ayam 2,5 t/ha sudah cukup untuk meningkatkan bobot polong isi dan bobot biji per tanaman, karena pemberian dengan dosis yang lebih tinggi tidak meningkatkan bobot polong isi lebih lanjut. Sedangkan jumlah polong isi dan ukuran biji tidak dipengaruhi oleh aplikasi kotoran ayam (Tabel 16). Aplikasi kotoran ayam 2,5 t/ha tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot polong per hektar. Namun pemberian kotoran ayam 5 t/ha nyata meningkatkan hasil polong sebanyak 1,6 t atau 1,2 t lebih banyak dari hasil polong tanpa kotoran ayam atau yang diberi kotoran ayam dengan dosis 2,5 t/ha. Penambahan kotoran ayam menjadi 7,5 t/ha tidak meningkatkan bobot polongnya.

Tabel 15. Pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah pada beberapa dosis kotoran ayam.

Dosis kotoran ayam (t/ha)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang/ tanaman	Jumlah daun/ tanaman
0	18,1 d	4,5 d	39,2 b
2,5	23,8 c	6,1 c	49,1 a
5	26,2 b	6,3 a	53,4 a
7,5	29,0 a	6,3 b	23,9 a
BNT 5%	n	n	n

n: nyata.

Sumber: Ali 2004.

Tabel 16. Hasil dan komponen hasil kacang tanah pada beberapa dosis kotoran ayam.

Dosis kotoran ayam (t/ha)	Bobot polong bemas/tan (g)	Jumlah polong bemas/tan	Bobot biji/tan (g)	Bobot 100 biji (g)	Hasil polong (t/ha)
0	11,75 b	22,7	8,19 b	32,57	4,5
2,5	16,02 a	20,2	11,39 a	37,93	4,9
5,0	17,36 a	19,8	12,23 a	34,36	6,1
7,5	18,40 a	17,5	13,11 a	35,74	5,4
BNT 5%	n	tn	n	tn	

n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Ali 2004.

Rhizobium

Biji kacang tanah mengandung protein berkisar 17–32,8% (Balitkabi 2012). Kandungan protein tinggi merupakan indikasi bahwa tanaman memerlukan hara nitrogen (N) yang tinggi pula. Sebagai tanaman kacang-kacangan, kacang tanah mampu mendapatkan hara nitrogen dari proses simbiotik dengan bakteri *Rhizobium japonicum*. Suplai hara nitrogen berasal dari bakteri tersebut ternyata hanya dapat memenuhi 25–50% dari seluruh kebutuhan tanaman akan hara nitrogen (Sutarto *et al.* 1988).

Permasalahan yang sering timbul dalam bercocok tanam kacang tanah di tingkat petani adalah perlu tidaknya lahan diinokulasi dengan Rhizobium. Akhir-akhir ini dalam usaha meningkatkan produksi kacang-kacangan telah mulai digunakan inokulan Rhizobium. Inokulasi bertujuan untuk meningkatkan penambatan N dari udara sehingga mengurangi penggunaan pupuk N anorganik. Cara ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pupuk N tanpa mengurangi hasil (Manwan *et al.* 1989).

Pengembangan kacang tanah pada lahan pasang surut dihadapkan pada kondisi tanah yang masam. Kondisi demikian mengakibatkan aktivitas biologi tanah seperti Rhizobium yang berperan dalam proses fiksasi nitrogen dari udara dapat terganggu. Status hara N tersedia di lahan pasang surut umumnya rendah oleh karenanya kemampuan tanaman untuk mengikat N dari udara sangat memberi arti penting dalam peningkatan hasil.

Pengelolaan Air

Dibandingkan dengan kedelai, kacang tanah lebih toleran terhadap kekeringan. Meskipun demikian, pada masa kritis pertumbuhan yaitu pada fase perkecambahan, pembungaan, dan pengisian polong, tanaman harus cukup air. Apabila air tidak tersedia pada fase-fase kritis tersebut, maka pertumbuhan tanaman terhambat dan berakibat pada penurunan hasil polong.

Ketika kacang tanah ditanam pada musim kemarau di lahan sawah setelah padi dan tanaman hanya mengandalkan air yang tersisa dari pertanaman padi, maka hasil polong sangat rendah, yang diekspresikan pada rendahnya hasil polong kering dan indeks panen per hektar. Dengan pengairan terbatas baik pada fase vegetatif maupun generatif, hasil polong meningkat secara nyata (Tabel 17). Oleh karena itu, kegiatan mengairi tanaman harus dilakukan pada waktu yang tepat dan air tidak menggenang terlalu lama dalam petakan.

Tabel 17. Hasil polong kering kacang tanah dan indeks panen pada beberapa frekuensi irigasi.

Perlakuan irigasi	Bobot polong kering (t/ha)	Indeks panen (%)
FF: Irigasi pada fase vegetatif secara F, fase reproduksi secara F	2,40a	38a
FI: Irigasi pada fase vegetatif secara F, fase reproduksi secara I	2,20a	36a
IF: Irigasi pada fase vegetatif secara I, fase reproduksi secara F	2,40a	41a
II: Irigasi pada fase vegetatif secara I, fase reproduksi secara I	2,10a	34a
Tanpa irigasi	0,53b	19b
BNT 5%	n	n

F: Irigasi diberikan setelah selisih antara evaporasi dan jumlah hujan mencapai 35 mm; I : Irigasi diberikan setelah selisih antara evaporasi dan jumlah hujan mencapai 70 mm.

Sumber: Prastowo *et al.* 1992. Keterangan: n: nyata.

Kondisi cukup air sepanjang masa pertumbuhan tanaman, dalam prakteknya dilakukan dengan pemberian air irigasi sebanyak 10 kali, ternyata memang meningkatkan hasil polong (Tabel 18). Namun hal ini tidak efisien untuk diterapkan oleh petani karena sebagian besar pertanaman kacang tanah ditanam pada lahan yang terbatas air irigasinya. Pemberian air yang optimal adalah 3 kali yaitu pada saat tanam, berbunga dan pengisian polong (Tabel 18). Dua minggu sebelum panen diusahakan agar kondisi tanah tidak terlalu basah dan tidak terlalu kering, untuk mempermudah panen dan mengurangi polong yang tertinggal di dalam tanah.

Tabel 18. Hasil dan komponen hasil tanaman kacang tanah ditanam pada musim kemarau pada beberapa frekuensi pemberian air.

Perlakuan	Hasil polong kering (t/ha)	Jumlah polong isi/tanaman	Bobot 100 biji (g)
Tanpa irigasi	2,40 c	13,98 b	33,43 b
Irigasi 3 kali	4,16 b	17,13 a	44,21 a
Irigasi 10 kali	4,72 a	17,63 a	44,46 a
BNT 5%	n	n	n

n: nyata.

Sumber: Suyanto dkk. 1989.

Terdapat interaksi antara pemberian air irigasi dan populasi tanaman terhadap hasil kacang tanah. Pada lahan kering ketersediaan air berpengaruh pada populasi tanaman optimum. Pada kondisi air irigasi cukup, populasi tanaman optimum adalah 240.000 tan/ha, sedangkan pada kondisi kekeringan pada fase generatif, populasi tanaman optimum hanya 50% yaitu sekitar 120.000 tanaman/ha (Tabel 19). Sebaiknya dihindari menanam kacang tanah dengan populasi tanaman sangat tinggi (≥ 120.000 tanaman/ha) pada kondisi kekeringan, karena hasil polong yang diperoleh sangat rendah sedangkan biaya pembelian benih sangat besar.

Tabel 19. Pengaruh saat pemberian air dan populasi tanaman terhadap hasil polong kering kacang tanah Varietas Gajah. Muneng, MK II.

Saat pemberian air	Hasil polong kering (t/ha) pada populasi				
	30.000 tan/ha	60.000 tan/ha	120.000 tan/ha	240.000 tan/ha	480.000 tan/ha
Irigasi – irigasi	0,34	0,67	1,08	1,56	1,43
Irigasi (1–50 HST)	0,39	0,57	0,86	0,87	0,45
Irigasi (50–100 HST)	0,23	0,50	0,80	0,69	0,84
Tanpa pengairan	0,24	0,30	0,29	0,19	0,07

Sumber: Rahmianna 1989.

Tingkat ketersediaan air di dalam tanah (lengas tanah) berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Ketersediaan lengas tanah 100% Kapasitas Lapang (KL) memberikan pertumbuhan tanaman paling baik. Sebaliknya, ketersediaan lengas tanah 40% KL sepanjang masa pertumbuhan telah menunda saat berbunga hingga 5 hari umur panen 1 hari, bobot kering akar dan tajuk, diameter batang, dan luas daun paling rendah. Panjang akar berkurang dengan meningkatnya cekaman kekeringan (Tabel 20). Cekaman kekeringan dapat mengganggu permeabilitas membran-membran sel akar yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman terutama bagian perakaran tanaman. Herawati dan

Setiamihardja (2000) mengatakan bahwa tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mempunyai akar lateral bergaris tengah sama dengan akar primer berkembang lebar ke arah apikal. Meristem akar primer bercabang dekat ujungnya dan seterusnya akar sekunder akan bercabang juga dekat ujungnya dan seterusnya percabangan akan selalu terjadi di dekat ujung akar dengan panjang akar yang semakin berkurang namun semakin melebar. Sedangkan Islami dan Utomo (1995) menyatakan bahwa tanaman yang menderita cekaman kekeringan secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal.

Ketersediaan lengas tanah dari 100% turun menjadi 80% hingga 40% KL berangsur-angsur menurunkan jumlah cabang produktif, jumlah ginofor, dan tidak berpengaruh besar pada jumlah polong yang terbentuk. Namun, tingkat keberhasilan ginofor berkembang menjadi polong dipengaruhi oleh tingkat ketersediaan lengas tanah. Ketersediaan lengas tanah 80% dan 60% KL meningkatkan persentase jumlah polong yang terbentuk dari 47,5% menjadi 55,9 dan 53,4%. Sebaliknya, penurunan tingkat ketersediaan lengas tanah menjadi 40% KL menurunkan tingkat keberhasilan polong yang terbentuk, hanya 49,7% (Tabel 21).

Tabel 20. Pengaruh cekaman kekeringan pada beberapa pengamatan vegetatif dan generatif tanaman.

Cekaman	Umur berbunga (hari)	Umur panen (hari)	Bobot kering akar (g)	Panjang akar (cm)	Luas daun (cm ²)	Diameter batang (mm)	Bobot kering tajuk (g)
C ₁ (100% KL)	29,6	91,1	2,32 a	39,0 a	34,65 a	3,1 a	8,67 ab
C ₂ (80% KL)	31,5	92,0	2,14 a	33,2 b	32,55 a	3,2 a	7,29 c
C ₃ (60% KL)	31,6	92,0	2,78 a	35,1 ab	32,72 a	3,2 a	9,49 a
C ₄ (40% KL)	34,5	92,0	1,52 b	33,4 b	29,12 b	2,9 b	5,48 d
BNT 5%	tn	tn	n	n	n	n	n

KL: kapasitas lapang, n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Mardiaty 2007.

Tabel 21. Pengaruh cekaman kekeringan pada beberapa pengamatan vegetatif dan generatif tanaman.

Cekaman	Jumlah cabang produktif (cabang)	Jumlah ginofor (buah)	Jumlah polong isi (buah)	Nisbah Σ polong/ Σ ginofor (%)
C ₁ (100% KL)	5,00 a	15,11	7,17	47,5
C ₂ (80% KL)	4,67 a	14,11	7,89	55,9
C ₃ (60% KL)	5,00 a	11,67	8,23	53,4
C ₄ (40% KL)	3,11 b	10,06	5,0	49,7
BNT 5%	n	tn	tn	tn

KL: kapasitas lapang, n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Mardiaty 2007.

Cekaman kekeringan memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap respons fisiologi di mana hal ini dikarenakan cekaman air dapat menyebabkan terjadinya perubahan proses biokimia dan fisiologi dalam sel tanaman. Kekeringan juga mengurangi pertumbuhan dan jelas bahwa kandungan hara total juga menurun. Harjadi dan Yahya (1988) melaporkan bahwa penurunan suplai air mengakibatkan penurunan yang nyata

pada konsentrasi K dan pengaruh yang bervariasi untuk konsentrasi P. Hal ini didukung oleh penelitian Mardiaty (2007, Tabel 22).

Tabel 22. Kandungan hara N, P, dan K pada tanaman kacang tanah ditanam pada beberapa tingkat ketersediaan lengas tanah.

Cekaman	Kandungan hara		
	N (%)	P (%)	K (%)
C ₁ (100% KL)	4,12	0,21	1,47
C ₂ (80% KL)	4,74	0,21	1,31
C ₃ (60% KL)	4,60	0,23	1,37
C ₄ (40% KL)	4,58	0,20	0,81

Sumber: Mardiaty 2007.

Cekaman juga mengganggu permeabilitas membran-membran sel akar dan sintesis protein sehingga fungsi akar rusak dan tidak efisien dalam penyerapan air dan unsur hara. Taiz dan Zeiger (1991) melaporkan respons tercepat terhadap munculnya cekaman ditandai dengan keadaan fisik dari tumbuhan daripada perubahan kimianya. Pengurangan volume sel menyebabkan tekanan hidrostatik menurun dan tekanan turgor juga menurun. Membran plasma menyempit dan lebih tertekan, daunnya mengecil dari sebelumnya karena kehilangan tekanan yang punya pengaruh terhadap penurunan cekaman air.

Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh (ZPT) telah banyak digunakan dan memberi banyak keuntungan terutama untuk tanaman buah-buahan, tanaman hias dan sayuran. Pada kacang tanah, ZPT ternyata mampu menekan pertumbuhan vegetatif, memperbaiki kualitas polong dan meningkatkan hasil. Akan tetapi secara ekonomis, zat pengatur tumbuh belum menunjukkan keunggulan.

Kacang tanah yang ditanam pada tanah sawah yang subur karena residu pupuk tinggi dari tanaman padi sebelumnya dan memperoleh air cukup sepanjang hidup tanaman, tumbuh subur terutama pertumbuhan vegetatifnya. Keadaan ini sangat rentan terhadap serangan penyakit, berkurangnya jumlah bunga menjadi polong, dan distribusi fotosintat selama periode pengisian polong. Terdapat peluang ZPT untuk diterapkan pada pertanaman kacang tanah dengan kondisi tersebut.

Satu-satunya ZPT yang diijinkan oleh Environmental Protection Agency (EPA) untuk digunakan pada tanaman kacang tanah di Amerika Serikat adalah Kylar. Kylar, berbentuk bubuk larut dalam air, berfungsi untuk menurunkan pertumbuhan ruas batang, namun tidak menurunkan luas atau jumlah daun. Dengan menghambat panjang ruas batang maka terjadi pengurangan pertumbuhan vegetatif sebesar 15–20% sehingga tanaman menjadi lebih pendek dan kompak. Kylar dianjurkan untuk pertanaman yang subur dan tidak dianjurkan apabila tanaman mengalami kekeringan. Penghambatan pertumbuhan vegetatif pada periode pembentukan polong dan pengisian biji akan menghasilkan jumlah polong isi lebih banyak karena distribusi fotosintat lebih efisien. Takaran Kylar yang dianjurkan adalah 1,2 kg Kylar (konsentrasi 85% bahan aktif) dilarutkan dalam 37,8 liter air/volume semprot untuk satu kali penyemprotan.

Ethrel dan Alar 85 pernah dicoba pada tanaman kacang tanah. Alar 85 mampu menekan tinggi tanaman kacang tanah sampai 30% pada saat tanaman umur 40 hari dan 23% pada umur 80 hari. Alar 85 meningkatkan hasil 11% karena meningkatnya jumlah polong

total, jumlah polong isi dan bobot polong kering dibanding hasil dan komponen hasil tanaman yang tidak diberi Alar 85 (Tabel 23). Takaran Alar 85 yang dicoba adalah 1,1 kg Alar 85 dilarutkan ke dalam 400 liter volume semprot/ha. Takaran tersebut diberikan dua kali yaitu pada umur 28 dan 56 hari.

Ethrel ternyata belum mampu menekan pertumbuhan tanaman karena tanaman yang disemprot Ethrel menghasilkan polong dan komponen hasil lebih rendah dibanding tanaman yang tidak diberi Ethrel (Tabel 23). Takaran Ethrel yang dicoba 1,2 liter Ethrel/ha dilarutkan dalam 400 liter volume semprot. Jumlah tersebut diberikan tiga kali yaitu pada saat tanaman berumur 28, 42, dan 56 hari.

Dharmasri 5 EC juga pernah dicoba untuk tanaman kacang tanah yang ditanam pada musim hujan (MH) dan musim kemarau (MK). Dharmasri 5 EC dengan dosis 0,15 ppm dapat meningkatkan bobot 100 biji hanya pada pertanaman MH saja (Tabel 24). Informasi tentang penggunaan zat-zat pengatur tumbuh untuk budidaya kacang tanah di Indonesia masih sangat terbatas, khususnya ditinjau dari keuntungan secara ekonomisnya. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam.

Tabel 23. Pengaruh pemberian Ethrel dan Alar 85 terhadap hasil kacang tanah.

Perlakuan	Hasil polong (t/ha)	Jmlah polong total/tan.	Jml polong isi/tan.	Bobot polong/tan. (g)	Tinggi tanaman (cm)	
					40 hst	80 hst
Ethrel	1,661 c	12,7 c	10,0 c	12,8 a	29,5 a	55,3 a
Alar 85	2,282 a	19,0 a	13,8 a	15,5 b	21,3 b	41,2 b
Kontrol	2,050 b	17,4 b	12,4 b	13,7 a	30,3 a	53,2 a
BNT 5%	n	n	n	n	n	n

n: nyata.

Sumber: Slamet 1990.

Tabel 24. Pengaruh zat pengatur tumbuh terhadap hasil dan komponen hasil kacang tanah.

Zat pengatur tumbuh	Hasil polong (t/ha)		Jumlah polong		Bobot 100 biji (g)	
	MH	MK	MH	MK	MH	MK
Atonik 1 ppm	1,11	-	13,0	-	44,5 ab	-
Atonik 1,5 ppm	-	2,71	-	9,6	-	57,8
GA3 25 ppm	1,21	-	12,6	-	42,2 a	-
GA3 50 ppm	-	2,89	-	9,0	-	55,7
CCC 5 ppm	1,16	-	12,9	-	43,1 a	-
CCC 10 ppm	-	2,69	-	9,6	-	57,0
Dharmasri 5EC 0,15 ppm	1,22	2,81	13,7	9,6	45,6 b	56,3
Ethrel 40 PGR 0,18 ppm	1,37	-	13,0	-	43,2 a	-
Kontrol	1,20	2,82	12,0	8,8	43,1 a	56,8
BNT 5%	tn	tn	tn	tn	n	tn

n: nyata, tn: tidak nyata.

Sumber: Darmiyati *et al.* 1989.

Panen

Penentuan umur panen pada kacang tanah lebih sulit karena polongnya berada di dalam tanah. Sebagai patokan untuk mengetahui tanaman telah tua dan dapat dipanen adalah:

1. daun-daun telah mulai kuning kering dan luruh (umur 85–90 hari),
2. varietas-varietas yang telah dilepas umur masak berkisar antara 85–110 hari,
3. polong telah masak, yang ditandai: kulit polong telah mengeras dan bagian dalam berwarna coklat, biji telah mengisi penuh, kulit polong tipis dan berwarna mengkilat.

Umur panen tergantung pada varietas yang ditanam, dan musim tanamnya. Panen yang terlalu cepat/awal akan menurunkan hasil dan mutu karena biji menjadi keriput dan kadar lemak rendah. Kadar lemak tertinggi dicapai ketika polong telah tua dengan umur 110 hari. Sebaliknya, hasil polong akan berkurang bila dipanen terlambat karena banyak polong tertinggal di dalam tanah.

Saat panen kacang tanah disesuaikan dengan penggunaan kacang tanah itu sendiri. Untuk konsumsi berupa kacang tanah rebus dan kacang asin, kacang tanah dipanen sebelum polong masak benar yaitu umur 70–80 hari. Khusus untuk benih, kacang tanah dapat dipanen pada periode masak fisiologis. Untuk keperluan konsumsi seperti kacang garing, minyak goreng dan ekspor, kacang tanah dipanen umur 90–95 hari.

PAKET TEKNOLOGI BUDIDAYA

Dalam rangka peningkatan produktivitas dan produksi kacang tanah maka sangat perlu disediakan paket teknologi budidaya yang spesifik lokasi sentra produksi. Hal ini bertujuan agar pertanaman kacang tanah memperoleh lingkungan tumbuh yang optimal untuk mencapai produktivitas maksimal. Paket teknologi tersebut dirakit dengan melalui serangkaian kegiatan dan pendekatan penelitian pada lahan petani di sentra produksi tertentu. Tahapan kegiatan penelitian dalam rangka perakitan teknologi budidaya adalah sebagai berikut (Adisarwanto *et al.* 1996):

1. Survei diagnostik: ditujukan untuk mengidentifikasi masalah dan kendala produksi kacang tanah. Identifikasi dilakukan terhadap faktor lingkungan fisik lahan (kesuburan tanah, ketersediaan air, pola tanam), kondisi pertanaman kacang tanah di lapang, dan faktor sosial ekonomi petani.
2. Penelitian eksploratif: ditujukan untuk mengidentifikasi pemecahan masalah produktivitas kacang tanah di suatu sentra produksi. Kegiatan ini dilakukan dengan cara mengevaluasi beberapa perlakuan komponen teknologi budidaya yang diduga efektif dengan menggunakan petak percobaan.
3. Penyusunan komponen teknologi menjadi paket teknologi berdasarkan hasil penelitian eksploratif, dan verifikasi paket teknologi budidaya yang sedang dirakit
4. Penelitian pengembangan dengan menerapkan paket teknologi budidaya terpilih pada areal yang cukup luas: 20–30 hektar.

Kementerian Pertanian Rep. Indonesia telah merakit teknologi budidaya kacang tanah anjuran secara umum (Tabel 25).

Tabel 25. Paket teknologi anjuran.

Komponen teknologi	Keterangan
Varietas	Gunakan varietas unggul yang mempunyai potensi hasil tinggi, ukuran biji seragam, sehat dan jelas asal usulnya. Biji kacang tanah yang baru dipanen sangat baik untuk dijadikan benih.
	Pemilihan varietas sebaiknya memperhatikan kesesuaian lingkungan, ketahanan terhadap hama/penyakit, dan kebutuhan pasar. Untuk keperluan pasokan industri kacang garing, biasanya digunakan varietas berbiji dua. Untuk keperluan lain bisa dipilih kacang tanah biji 3 atau 4 seperti varietas Kelinci, Singa, Turangga, dan Domba yang hasilnya lebih tinggi
Penyiapan lahan	Tanah dibajak 2x sedalam 15–20 cm, lalu digaru, dan diratakan, dibersihkan dari sisa tanaman dan gulma, dan dibuat bedengan selebar 3–4 meter.
	Antar bedengan dibuat saluran drainase sedalam 30 cm dan lebar 20 cm yang berfungsi sebagai saluran drainase pada saat becek, dan sebagai saluran irigasi pada saat kering.
	Jika tanah sudah gembur, tidak perlu diolah sempurna, cukup dilakukan penyemprotan herbisida untuk membersihkan gulma kemudian dilakukan pengolahan tanah minimal (<i>minimum tillage</i>) sepanjang barisan/alur yang akan ditanami.
Cara tanam	Penanaman secara baris tunggal dengan tugal atau alur bajak dengan jarak tanam 35–40 cm x 10–15 cm, satu biji/lubang sehingga populasi sekitar 250.000 tanaman per hektar. Kebutuhan benih antara 85–95 kg biji/ha (tergantung ukuran biji).
	Penanaman juga dapat dilakukan secara baris ganda (50 cm x 30 cm) x 15 cm, satu biji/lubang.
Pemupukan	50 kg Urea/ha atau 100 kg ZA/ha, diberikan bersamaan tanam atau saat tanaman umur antara 7–15 hari. Pemupukan paling efisien dilakukan secara larik atau tugal.
	Bila kandungan P rendah (P-Bray I < 12 ppm P), perlu diberikan 80–100 kg SP36/ha pada saat tanam. Bila sudah tinggi (> 12 ppm) tidak perlu pupuk P.
	Jika kandungan K tersedia dalam tanah kurang dari 0,3 me/100 g tanah, maka perlu dipupuk dengan KCl sebanyak 33–50 kg/ha (45% K ₂ O) atau 25–38 KCl (60% K ₂ O). Pupuk K dapat diberikan bersamaan tanam dengan cara disebar.
	Pada tanah dengan kandungan Ca rendah (Ca-dd < 1 me Ca/100 g tanah), maka perlu diberi dolomit sebanyak 300–500 kg/ha bersamaan tanam dengan cara disebar atau larikan pada fase pembentukan polong. Pada tanah masam, pemberian dolomit sangat membantu pembentukan dan pengisian polong.
	Pada daerah yang endemik klorosis (gejala kuning) karena pH tanahnya tinggi (> 7,4) perlu ditambahkan bubuk belerang sebesar 300–400 kg/ha dengan cara mencampur rata dengan tanah atau diberikan pada alur tanaman sebelum tanam atau diberikan bersama pengolahan tanah. Bila tidak tersedia bubuk belerang, bisa diganti 2,5–5 ton/ha pupuk kandang.
	Gejala kuning juga dapat diatasi dengan penyemprotan larutan yang mengandung 0,5–1% FeSO ₄ , 0,1 % asam sitrat, 3% ammonium sulfat (ZA), 0,2% Urea pada umur 30, 45, dan 60 hari untuk mempercepat pemulihan klorosis.

Tabel 25. Paket teknologi anjuran (lanjutan).

Pengendalian hama dan penyakit	Hama utama kacang tanah antara lain wereng kacang tanah (<i>Empoasca fasialin</i>), penggerek daun (<i>Stomopteryx subsevivella</i>), ulat jengkal (<i>Plusia chalcites</i>) dan ulat grayak (<i>Prodenia litura</i>). Hama tersebut dapat dikendalikan dengan insektisida endosulfan, klorfirifos, monokrotofos, metamidofos, diazinon, (seperti Thiodan, Dursban, Azodrin, Tamaron dan Basudin). Untuk pencegahan, pestisida dapat diaplikasikan pada umur 25, 35 dan 45 hari.
	Penyakit utama kacang tanah antara lain layu bakteri (<i>Ralstonia solanacearum</i>), bercak daun (<i>Cercospora arachidicola</i>), penyakit karat (<i>Puccinia arachidis</i>). Pengendalian dapat dilakukan dengan menanam varietas tahan atau menggunakan fungisida benomil, mankozeb, bitertanol, karbendazim, dan klorotalonil, serta Captan (seperti Benlate, Dithane M-45, Baycor, Delsane MX 200, dan Daconil, serta Inggrofol). Untuk pencegahan, fungisida tersebut dapat diaplikasikan pada umur 35, 45, dan 60 hari.
Penyiangan dan pembumbunan	Penyiangan gulma dilakukan sebelum tanaman berbunga. Setelah ginofor masuk ke dalam tanah tidak boleh disiang karena menyebabkan kegagalan pembentukan polong. Apabila dibutuhkan penyiangan lagi maka dilakukan setelah tanaman berumur 50 hari
	Pembumbunan dapat dilakukan bersama penyiangan I.
Pengairan	Bila tersedia pengairan, dilakukan pengairan pada periode kritis tanaman yaitu: pertumbuhan awal (umur hingga 15 hari), umur 25 hari (awal berbunga), umur 50 hari (pembentukan dan pengisian polong), dan umur 75 hari (pemasakan polong).
Panen dan pascapanen	Umur panen tergantung varietas dan musim tanam. Tanda-tanda tanaman siap panen: kulit polong mengeras, berserat, bagian dalam berwarna coklat, jika ditekan polong mudah pecah. Jika biji telah penuh, harus segera dipanen, karena bila terlambat, biji dapat tumbuh di lapang.
	Setelah panen polong segera dirontokkan, dikeringkan hingga kadar air 12% yang ditandai oleh mudah terkelupasnya kulit ari. Membiarkan polong dalam kondisi basah lebih dari 24 jam menyebabkan polong berlendir, mudah terinfeksi jamur <i>Aspergillus flavus</i> dan terkontaminasi aflatoksin.

Pengembangan Paket Teknologi Budidaya Spesifik Agroekologi

Unsur-unsur agroklimatologi daerah penghasil kacang tanah di Indonesia yang merupakan daerah tropik basah adalah sebagai berikut: terletak antara 5° Lintang Utara – 11,5° Lintang Selatan. Total curah hujan 1.031–4.351 mm/th. Masa tanam pada musim hujan adalah antara Oktober–Maret, sedangkan masa tanam pada musim kering antara April–September. Suhu rata-rata pada musim hujan 25–27 °C dan musim kering 25–26 °C. Kelembaban udara pada musim hujan sekitar 61–89% dan musim kering 54–88%. Pada rentang agroklimat tersebut, kacang tanah ditanam baik di lahan sawah, lahan kering maupun di lahan pasang surut, ditanam secara monokultur atau tumpangsari, pada tanah bertekstur ringan hingga yang agak berat, tanah bereaksi masam hingga basa, pada beragam jenis tanah. Pada dasarnya penyebaran kacang tanah di Indonesia terdapat di enam agroekologi, yaitu sebagai berikut (Karsono 1996):

1. Lahan sawah irigasi dengan ketersediaan air irigasi paling sedikit 4 bulan
2. Lahan sawah tadah hujan

3. Lahan kering iklim basah dengan curah hujan paling sedikit 2.000 mm/th dan musim pertanaman lebih besar 180 hari
4. Lahan kering iklim kering dengan curah hujan kurang dari 2.000 mm/th dan musim pertanaman lebih kecil 180 hari
5. Lahan pasang surut (dataran rendah dengan drainase kurang baik selama musim pertanaman)
6. Lahan dataran tinggi dengan ketinggian lebih dari 700 m di atas permukaan laut.

Untuk mencapai produktivitas yang maksimal, kacang tanah perlu tumbuh dan berkembang pada lingkungan yang optimal yang antara lain diciptakan melalui pengelolaan budidaya tanaman. Selain itu, rendahnya produksi polong kemungkinan karena teknik budidaya yang adaptif untuk masing-masing agroekologi belum diperoleh. Dalam kaitannya dengan hal-hal tersebut, diperlukan paket teknologi budidaya yang spesifik lingkungan agroekologi di atas, dan kegiatan perakitan paket teknologi telah atau perlu mulai dirintis.

1. Lahan sawah irigasi

Pada agroekologi lahan sawah irigasi, kacang tanah ditanam sesudah padi musim hujan atau padi musim kemarau mengikuti pola tanam padi-palawija atau padi-padi-palawija. Sumber air untuk kacang tanah terutama berasal dari irigasi. Perakitan paket teknologi budidaya telah dimulai sejak lama karena lahan sawah sebagian besar berada di P. Jawa di mana sebagian besar areal kacang tanah terletak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 77% petani memperoleh hasil polong kacang tanah lebih tinggi dari 1,50 t/ha bahkan 17% di antaranya dapat melebihi 2,0 t/ha. Hasil polong setinggi 2,04 t/ha untuk varietas Gajah dan 2,48 t/ha untuk varietas Kelinci, sedangkan varietas Lokal dengan sentuhan teknologi tidak menunjukkan respons sehingga hasil polong hanya 1,71 t/ha begitu pula teknologi cara petani untuk varietas Lokal menghasilkan 1,41 t/ha.

Tabel 26. Paket teknologi budidaya anjuran kacang tanah di lahan sawah pada musim kemarau I di Batang, Jateng dan Kuningan, Jabar.

Komponen teknologi	Keterangan
Varietas	Lokal, Kelinci
Pengolahan tanah	Pengolahan tanah minimal hingga olah tanah sempurna.
Saluran drainase	Saluran pembuangan dengan lebar 30 cm dan dalam 20 cm
Cara tanam dan populasi	Jarak tanam 40–50 cm x 10 cm, satu biji/lubang. Lubang dibuat dengan tugal, dengan populasi 200 rb–250 rb tanaman/ha
Perlakuan benih	Fungisida Captan 2 g/kg benih
Pemupukan	Urea 25–50 kg/ha, TSP 100–150 kg/ha, KCl 50–150 kg/ha. Pupuk dilarik diantara dua baris tanam, 7–10 hari setelah tanam
Penyiangan gulma	Manual pada 15 dan 30 hari setelah tanam
Aplikasi mulsa	5 ton jerami/ha dihindarkan di atas barisan tanaman
Pengairan	Dengan cara dileb (penggenangan) 2–4x pada saat tanam, 14 hst, berbunga, dan pengisian polong
Pengendalian hama dan penyakit	Aplikasi insektisida Dursband pada umur 7, 17, 27, 40, dan 50 hst, dan fungisida Delsene pada umur 5, 6, dan 7 minggu

Sumber: Pirngadi *et al.* 1996.

Tabel 27. Paket teknologi budidaya kacang tanah pada lahan sawah pada musim kemarau II di Subang, Jabar

Komponen teknologi	Keterangan
Varietas	Lokal, Kelinci, Gajah
Pengolahan tanah	Diolah intensif hingga gembur, dibuat bedengan selebar 2 m
Saluran irigasi	Lebar 30 cm dan dalam 20 cm
Perlakuan benih	Fungisida Captan 2 g/kg benih
Cara tanam	Tugal, jarak tanam 20 x 20 cm, satu tanaman/lubang
Pemupukan	Urea 25 kg/ha, TSP 50 kg/ha, KCl 50 kg/ha, disebar di antara 2 barisan tanaman pada 7–10 hari setelah tanam
Penyiangan	Umur 15 dan 30 hst
Mulsa (5t/ha)	Mulsa jerami diberikan sejajar dengan barisan tanaman
Pengendalian hama dan penyakit	Insektisida dan fungisida diaplikasikan masing-masing satu kali
Pengairan	Sebanyak 5 x dengan interval 10–15 hari sekali

Sumber: Adisarwanto *et al.* 1996.

2. Lahan sawah tadah hujan

Di lahan sawah tadah hujan, kacang tanah ditanam pada awal musim hujan mulai bulan November hingga Januari. Hal ini dilakukan karena air hujan yang turun belum cukup untuk mengolah tanah cara basah untuk budidaya tanaman padi. Oleh karena itu, sambil menunggu curah hujan memenuhi untuk tanaman padi, lahan ditanami kacang tanah dengan memanfaatkan air hujan yang turun di awal musim hujan. Pertanaman kacang tanah pada awal musim hujan di lahan sawah tadah hujan ini banyak terdapat di Kab Wonogiri, Blitar, Sukabumi, dan Buleleng. Hasil panen dari lahan ini dijadikan benih atau sebagai konsumsi, hal ini sangat tergantung pada permintaan pasar lokal. Berhubung ditanam di lahan sawah menjelang tanaman pokoknya (padi), kacang tanah kebanyakan ditanam secara monokultur atau ditumpangsarikan dengan jagung, dengan harapan ketika curah hujan sudah cukup untuk tanaman padi, kacang tanah dan/atau jagung sudah saatnya dipanen.

Paket teknologi budidaya anjuran spesifik lokasi lahan sawah tadah hujan belum dirakit. Namun, komponen teknologi budidaya terutama pengelolaan lahan (pembuatan saluran drainasi) mengacu pada kondisi lahan sawah pada awal musim hujan, dapat disarankan (Tabel 28).

Tabel 28. Paket teknologi budidaya kacang tanah di lahan sawah tadah hujan

Komponen teknologi	Keterangan
Saat tanam	Awal musim hujan (November–Januari)
Varietas	Varietas unggul nasional terutama yang umur genjah (≤ 90 hari). Daya tumbuh minimal 80%
Persiapan lahan/saluran drainase	Dibuat bedengan-bedengan kecil dengan lebar sekitar 2m. antarbedengan adalah saluran drainase dengan lebar sekitar 30–35 cm dan dalam 25–30 cm.
Pengolahan tanah	Dilakukan pada kondisi kering sebelum turun hujan. Pengolahan tanah dilakukan hingga gembur dan bersih dari sisa-sisa tanaman sebelumnya atau gulma
Pemeliharaan saluran drainasi	Harus selalu dilakukan mengingat tingginya curah hujan pada fase generatif tanaman
Cara tanam dan populasi	Lubang tanam dibuat dengan tugal, jarak tanam 40 cm antarbarisan dan 15 cm di dalam barisan, 1 benih/lubang. Populasi tanaman sekitar 167 ribu / hektar
Pemupukan	Dianjurkan 25–50 kg Urea + 100 kg SP36 + 50 kg KCl/ha, diberikan pada saat tanam
Penyiangan gulma	Minimal dua kali yaitu sebelum berbunga dan setelah bunga habis
Pengendalian hama dan penyakit	Diaplikasikan pestisida sesuai dengan macam organisme pengganggu tanaman yang menyerang. Penyemprotan disesuaikan dengan dosis yang dianjurkan dengan cariran semprot mengikuti fase pertumbuhan tanaman.
Panen dan Pasca panen	Pada lahan sawah tadah hujan berjenis tanah Vertisol di Kab. Wonogiri, panen kacang tanah pada kondisi basah. Kira-kira 1–3 hari sebelum panen, pertanaman digenangi. Setelah tanah tidak lagi keras, dan tanaman dan polong-polongnya mudah dicabut maka panen dilakukan. Setelah dicabut, polong dicuci pada air yang menggenang tersebut, maudian dirontok dan dijemur atau dikeringanginkan. Berhubung panen pada musim hujan, pengeringan polong menjadi sangat penting untuk kualitas biji.

3. Lahan kering iklim basah

Lahan kering iklim basah bereaksi masam

Di daerah tropis dengan curah hujan mencapai 2.500–3.500 mm per tahun, tanah yang tercuci berat akan menimbulkan masalah yaitu tingginya Aluminium (Al). Tanah ini dicirikan juga dengan kemasaman yang tinggi dengan kisaran pH tanah 4,0–4,5 dan kejenuhan basa rendah. Tanah masam bertekstur liat-berat, permeabilitas rendah, kandungan bahan organik rendah, agregat tanah kurang stabil sehingga tanah mudah tererosi.

Dalam rangka program ekstensifikasi, lahan masam dibidik sebagai lahan budidaya masa depan. Oleh karena itu, perluasan pertanaman kacang tanah juga diarahkan pada lahan tersebut. Hal ini karena toleransi tanaman kacang tanah pada kondisi lahan masam jauh lebih baik dari tanaman kedelai dan kacang hijau. Untuk mencapai produksi yang tinggi, pertanaman kacang tanah menghadapi masalah utama yaitu kesuburan tanah yang

rendah (pH tanah, kandungan C organik, N, P dan Ca rendah, serta tingginya kandungan Al dan Mn) sehingga pembentukan bintil akar terhambat, dan hasil polong atau biji kacang tanah rendah. Untuk itu diperlukan varietas yang adaptif pada lahan masam didukung teknologi produksi yang meliputi pengendalian pH, ameliorasi lahan, pemupukan, dan populasi tanaman, serta teknologi pengendalian hama dan penyakit. Masalah tanah masam dan ketidaksuburannya dapat didekati dengan dua alternatif. Pertama, dengan cara pengapuran untuk menaikkan pH tanah dan pemberian pupuk. Kedua, menggunakan spesies atau varietas tanaman yang toleran terhadap Aluminium. Pengapuran bertujuan untuk meningkatkan pH tanah, menekan ketersediaan Al atau Mn dan meningkatkan ketersediaan unsur hara Ca, P, K dan Mo serta KTK tanah. Pemberian kapur untuk daerah tropik didasarkan atas jumlah kapur yang diperlukan untuk menyediakan unsur kalsium, dan meniadakan pengaruh racun aluminium. Ukuran butir bahan kapur yang terbaik berkisar 60–80 mesh. Bila diinginkan bahan kapur yang bereaksi cepat, harus dipilih ukuran butir yang halus. Dianjurkan pemakaian bahan kapur yang terdiri dari berbagai ukuran butir karena kapur yang halus dapat bereaksi langsung, sedang kapur yang lebih kasar bertindak sebagai cadangan.

Dengan demikian hasil penelitian pengapuran pada kacang tanah umumnya lebih ditujukan hanya untuk pemupukan atau penyediaan kalsium terutama di daerah ginofor untuk pengisian polong, karena kacang tanah mampu tumbuh baik pada keadaan Al yang tinggi. Tingginya serapan Al dalam tanaman tidak mempengaruhi produksi biji kacang tanah selama Ca, P, Mg dan K cukup tersedia. Hasil-hasil penelitian ini sangat penting artinya karena penggunaan kapur untuk kacang tanah di lahan masam PMK dapat dikurangi sekedar untuk memenuhi kebutuhan Ca pada pembentukan ginofor, pembentukan polong dan pengisian biji.

Paket teknologi budidaya kacang tanah yang efektif dan efisien telah dihasilkan, dan terdiri atas komponen-komponen teknologi sebagai berikut:

Komponen Teknologi	Keterangan
Varietas	• Varietas unggul toleran kondisi tanah masam yaitu Talam 1, Talam 2, dan Talam 3, serta varietas Jerapah yang sudah berkembang dan beradaptasi pada lahan kering masam di Prov. Lampung
Benih	• Daya tumbuh $\geq 85\%$. Kebutuhan benih 100–125 kg polong/ha atau 80–90 kg biji/ha tergantung pada ukuran biji.
Penyiapan tanah	• Untuk memperoleh tanah yang gembur, tanah dibajak dua kali kemudian digaru untuk menghaluskan bongkahan dan meratakan tanah. • Sisa tanaman dan gulma yang ada dibersihkan/diambil dari petakan. • Dibuat saluran drainase sedalam 30 cm dan lebar 25 cm, dengan jarak 3–4 m antarsaluran. • Pada bekas tanaman padi gogo atau jagung yang tanahnya sudah gembur, tanah cukup diolah minimal sambil diratakan, dan dibuat saluran drainase. Setelah itu, aplikasi herbisida pratumbuh/pascatumbuh bergantung pada kondisi pertumbuhan gulmanya.
Waktu dan cara tanam	• Lahan masam adalah lahan tadah hujan sehingga tanam dilakukan pada awal atau akhir musim hujan untuk menghindarkan tanaman dari cekaman kekeringan pada fase generatif akhir. • Untuk bertanam kacang tanah monokultur, jarak tanam 35–45 cm x 10–15 cm satu biji per lubang. Lubang tanam dibuat dengan tugal. • Di sentra produksi ubikayu, kacang tanah dapat ditanam secara

	tumpangsari. Ubikayu ditanam 2–3 minggu setelah tanam kacang tanah dengan tujuan untuk menghindari terjadinya penaungan ubikayu pada kacang tanah. Pola tumpangsarinya sebagai berikut: - o Ubikayu baris tunggal: kacang tanah ditanam dengan jarak tanam 40 cm x 10–15 cm, satu biji/lubang, 2 minggu sebelum ubikayu ditanam. Ubikayu ditanam di antara barisan kacang tanah dengan jarak tanam 120 cm x 60 cm. - o Ubikayu baris ganda: kacang tanah ditanam dengan jarak tanam 40 cm x 10–15 cm, satu biji/lubang, 2 minggu sebelum ubikayu ditanam. Ubikayu ditanam di antara barisan kacang tanah dengan jarak tanam dalam barisan 80 cm x 60 cm, dan antarbaris ganda ubikayu 240 cm. - o Keunggulan cara tanam ini, setelah panen kacang tanah, di antara baris ganda ubikayu dapat ditanami kedelai dengan hasil yang cukup memadai (Tabel 29).
Pemupukan	• Pada tanah masam dengan pH tanah sekitar 4,5; 5,0 dan 5,5 perlu ditam-bah Dolomit masing-masing sebanyak 1,5 t, 1,0 t, dan 0,5 t/ha, disertai 1,5 t/ha pupuk organik/kandang. • Dolomit dosis tinggi ($\geq 1,5$ t/ha) sebaiknya diberikan seminggu sebelum tanam, ditabur dan diaduk hingga kedalaman 20 cm bersamaan dengan pengolahan tanah. Sedangkan dolomit dosis rendah ($\leq 1,0$ t/ha) ditabur di sisi lubang tanam pada saat tanam. • Pada tanah yang jarang ditanami kacang tanah, dapat ditambahkan pupuk hayati Rhizobium dengan dosis 40 g/8 kg benih, dicampur benih dengan air sebelum tanam. • Aplikasi pupuk sekitar 0–10 hari setelah tanam di sisi barisan tanaman dengan dosis: 50 kg Urea + 100 kg SP36 + 50–100 kg KCl/ha, pupuk ditutup dengan tanah. Bila menggunakan pupuk hayati Rhizobium dan pupuk organik, dosis urea dan SP36 dapat dikurangi hingga 50%.
Pengendalian gulma	• Untuk mencegah tumbuhnya gulma secara berlebihan, disarankan 3–4 hari sebelum tanam tanah disemprot dengan herbisida pratumbuh. • Penyiangan dilakukan dua kali, yakni sebelum tanaman berbunga dan setelah ginofor (bakal polong) masuk ke dalam tanah.
Pengairan	• Kacang tanah yang ditanam pada akhir musim hujan sering mengalami cekaman kekeringan pada periode generatif akhir. Apabila tersedia air di embung atau sungai, tanaman dapat diairi satu kali pada periode pengisian polong sekitar umur 60 hari.
Pengendalian hama	• Penggerek polong <i>Etiella zinckenella</i> dapat dikendalikan dengan cara sebagai berikut: • Pengendalian kimia dan hayati (Tabel 30) - o Tanam tanaman perangkap: Kedelai ditanam di antara kacang tanah secara beselang seling dengan populasi 5% tanaman kedelai dan 95% tanaman kacang tanah. - o Selama periode berbunga, semprot dengan biopestisida Bio-Lec dua kali dan pestisida kimia Sihalotrin satu kali. • Hama penting lain adalah wereng kacang tanah (<i>Empoasca fasialin</i>), peng-gerek daun (<i>Stomopteryx subsevivella</i>), ulat jengkal (<i>Plucia chalcites</i>), dan ulat grayak (<i>Prodenia litura</i>). Hama-hama tersebut dapat dikendalikan dengan insektisida berbahan aktif endosulfan, klorfifos, monokrotofos, metamidafos, dan diazinon pada umur sekitar 25, 35, dan 45 hari bergan-tung pada intensitas serangan hamanya.

Pengendalian Penyakit	- Penyakit utama kacang tanah adalah layu bakteri <i>Ralstonia solanacearum</i>, bercak daun <i>Cercospora arachidicola</i>, penyakit karat <i>Puccinia arachidis</i>. Pengendalian ketiga penyakit tersebut: - Tanam varietas toleran terhadap penyakit-penyakit tersebut. - Semprot dengan fungisida berbahan aktif: binomil, mankozeb, bitertanol, karbendazim, dan klorotalonil pada umur 35, 45, dan 60 hari, atau bergantung pada intensitas serangan penyakit di lapangan.
Panen dan Pasca panen	- Kacang tanah dipanen setelah ada tanda-tanda masak fisiologis, diantaranya adalah: kulit polong mengeras dan berserat, bagian dalam berwarna coklat, jika ditekan polong mudah pecah. Pada kondisi yang demikian, kacang tanah harus segera dipanen karena bila terlambat, biji akan berkecambah. - Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman, polong segera dirontokkan, dan dijemur hingga kadar air mencapai sekitar 10–12% yang ditandai dengan mudah terkelupasnya kulit ari biji. - Setelah dikeringkan dan menjadi dingin, polong dapat disimpan dalam karung, atau langsung dibijikan untuk disimpan atau dijual. Penyimpanan kacang tanah baik dalam bentuk polong atau biji harus di tempat yang kering, sejuk dan bersih.

Di samping masalah keharaan, hama penggerek polong *Etiella zinckenella* kini menjadi hama penting untuk kacang tanah karena menurunkan hasil 30–70%. Penggunaan insektisida kimia, varietas rentan terhadap penggerek polong, dan tersedianya tumbuhan inang sepanjang tahun diduga sebagai pemicu meningkatnya serangan penggerek polong pada kacang tanah.

Petani di lahan masam, terutama di daerah Sumatera dari tahun ke tahun sebagian besar menanam lahanya dengan ubikayu monokultur, atau tumpangsari ubikayu dengan padi gogo atau jagung. Untuk itu bertanam kacang tanah harus menyesuaikan dengan polatanam tersebut.

Tabel 29. Hasil ubikayu, kacang tanah, dan kedelai pada berbagai pola tanam dan pemupukan di lahan masam Lampung Timur.

Pola tanam	Dosis pupuk (kg/ha)					Produksi (t/ha)
	Urea	SP-36	KCl	Pupuk organik	Iletri	
Monokultur: Ubikayu *)	150	100	50	3000	0	24,21
Monokultur: Kacang tanah **)	50	100	100	1500	0	2,69
Tumpangsari: UK + KT						
Kacang tanah	25	75	25	1500	0,3	1,94
Ubikayu	150	100	50	3000	0	26,10
Tumpangsari: UK + KT + Kd						
Kacang tanah	25	75	25	1500	0,3	1,86
Ubikayu	150	100	50	3000	0	23,75
Kedelai ***)	25	75	25	1500	0,3	1,06

Keterangan: UK: Ubikayu, KT: Kacang tanah, Kd: Kedelai. *) umbi segar, **) polong kering, ***) biji kering. Ubikayu ditanam 2 minggu setelah tanam kacang tanah.

Tabel 30. Hasil kacang tanah pada beberapa cara pengendalian hama penggerek polong.

Perlakuan *)	Jumlah polong isi/ 5 tan	Bobot polong isi kering/5 tan	Hasil polong kering (t/ha) ¹⁾	Polong berlubang (%)
Tanpa pengendalian	97	81,1	1,584	3,0
Biolec 3x+Sihalotrin 1x	101	91,3	1,744	3,6
Biolec 2x+Sihalotrin 1x+ tanaman perangkap kedelai.	93	84,5	1,742	2,3

Keterangan: kedelai ditanam secara berselang seling di antara kacang tanah dengan populasi 5% dari populasi tanaman kacang tanah.

Penggunaan varietas toleran tanah masam, amelioran tanah, pupuk hayati dan NPK yang tepat, hasil kacang tanah di lahan masam dapat mencapai lebih dari 2,0 t/ha polong kering.

4. Lahan kering iklim kering

Lahan kering iklim kering di Indonesia cukup luas, di Jawa mencapai 29%, Sulawesi 31%, Maluku 21%, dan Nusa Tenggara termasuk Bali lebih dari 50% dari total luas lahan pertanian yang ada di masing-masing tempat tersebut. Di lahan kering beriklim kering dengan tipe iklim D3 (3–4 bulan basah/tahun) hingga E (bulan basah <3 bulan/tahun) air hujan menjadi kunci utama keberhasilan bertanam palawija. Lahan-lahan beriklim tersebut banyak ditemukan di daerah pesisir utara Jawa Timur, sebagian Pulau Sulawesi dan Maluku serta hampir sebagian besar kepulauan di Nusa Tenggara. Di daerah tersebut, petani hanya memiliki musim tanam sekali dalam setahun, karena setelah tanaman pertama dipanen hujan sudah mulai berhenti, sehingga kalau dipaksakan tanam lagi, tanaman akan mengalami kekeringan. Oleh karena itu petani seperti diwajibkan untuk menanam jagung sebagai bahan pangan utama, baru kemudian memikirkan kemungkinan dapat menanam komoditas lain dengan tanpa mengganggu produksi jagung.

Lahan beriklim D3, penerapan pola jagung–kacang tanah mempunyai risiko kekeringan, sehingga akan lebih aman apabila kacang tanah ditanam secara sisipan menjelang jagung dipanen. Sedangkan di daerah beriklim E (bulan basah kurang dari 3 bulan/tahun), petani umumnya tidak mau menanggung resiko gagal dalam menanam tanaman pangan, terutama jagung. Sesudah jagung dipanen, kondisi tanah sudah kering sehingga tidak dapat ditanami tanaman palawija lain termasuk kacang tanah. Oleh karena itu agar petani tetap menghasilkan bahan pangan utama (jagung) dan tanaman lain sebagai sumber pendapatan tunai, maka antara jagung dan tanaman penghasil pendapatan tunai (kacang tanah) harus ditanam secara bersama-sama. Sebagai contoh di daerah beriklim E di Wongsorejo-Banyuwangi, mampu diperoleh hasil jagung 56% lebih tinggi dari jagung petani monokultur dengan hasil 2.75 t/ha dan masih menghasilkan kacang tanah 0.87 t/ha polong kering pada tumpangsari jagung dan kacang tanah dengan populasi 67% dan kacang tanah 63% dari populasi normalnya (Indrawati dan Rozi 1994 Dalam Harsono dan Heriyanto 1996).

Perakitan paket teknologi budidaya kacang tanah di lahan kering iklim kering di sentra produksi Kab. Tuban, Propinsi Jawa Timur telah dilakukan dan telah diperoleh paket teknologi budidayanya. Paket teknologi telah diuji dalam penelitian pengembangan dengan luas pertanaman 25 hektar melibatkan 68 petani kooperator. Paket teknologi yang dikembangkan terdiri dari beberapa komponen, tercantum pada Tabel berikut:

Tabel 31. Paket teknologi budidaya kacang tanah di lahan kering tipe iklim E di Tuban, Jatim.

Komponen teknologi	Keterangan
Saat tanam	Awal musim kemarau (Februari–Mei)
Varietas	Unggul nasional (misal Tuban)
Pengolahan tanah	Diolah dan digaru memakai tenaga ternak, dibuat bedengan selebar 2 m.
Benih	Berkualitas tinggi >90% daya kecambah, kebutuhan benih 80 kg benih/ha
Cara tanam dan populasi	Benih dimasukkan dalam barisan di belakang bajak. Jarak bajak diusahakan 40 cm dan jarak antarbenih dalam alur bajak sekitar 10 cm > populasi sekitar 250 ribu tanaman/ha
Pemupukan	Urea 50 kg/ha, TSP 75 kg/ha, KCl 50 kg/ha, disebar sebelum tanam
Penyiangan gulma	2 kali, 2 dan 4 minggu setelah tanam
Pengairan	Tidak dilakukan, sumber air hanya dari curah hujan
Pengendalian hama dan penyakit	• Fungisida Topsin M disemprotkan 7 dan 9 MST untuk mencegah penyakit bercak daun • Insektisida Furadan takaran 10 kg/ha diberikan sesaat sebelum tanam untuk mencegah serangan rayap • Insektisida berbahan aktif monokrotofos disemprotkan pada 63–65 HST untuk mencegah serangan Thrips, hama daun
Panen	Memakai tangan dengan cara digali dan dicabut pada umur 100 HST. Polong dirontok dan dikeringkan dengan sinar matahari
Hasil polong kering/ha	Rata-rata 1,81 t (0,84–2,74 t), hasil teknologi petani: 1,5 t/ha
Kenaikan hasil polong	81%

Sumber: Adisarwanto *et al.* 1996.

Faktor yang berpengaruh terhadap ragam produktivitas adalah ketrampilan dan umur petani, luas pemilikan serta kondisi fisik lahan (di beberapa tempat kandungan batu kapur terlihat sampai ke permukaan tanah). Dari keragaman produktivitas tersebut, 30% petani mampu memperoleh hasil diatas 2,0 t/ha dan hanya kurang dari 10% petani berproduksi di bawah 1,50 t/ha. Keuntungan lain dari penerapan teknologi budidaya ini adalah meningkatnya persentase konversi dari polong basah ke polong kering mencapai 58% dibanding 47% cara petani serta ukuran biji dari rata-rata 39 g/100 biji menjadi 44 g dengan paket teknologi anjuran.

5. Lahan pasang surut

Lahan pasang surut menyimpan potensi yang cukup besar bagi pengembangan areal pertanian di masa mendatang. Lahan ini umumnya terbentang luas di sepanjang pantai timur Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya. Komoditas utama yang ditanam petani pada lahan pasang surut yang telah dibuka tersebut adalah padi lokal dengan intensitas tanam sekali dalam setahun. Hasil yang diperoleh umumnya rendah, yakni berkisar antara 0.5 sampai 2.5 t/ha. Lahan pasang surut merupakan lahan marginal yang mempunyai berbagai kendala jika ingin digunakan menjadi lahan pertanian. Secara umum kendala utama dalam memanfaatkan lahan ini menjadi lahan pertanian terletak pada permasalahan air dan tanahnya. Berhubung tanaman kacang tanah tidak tahan kondisi tergenang, maka pengelolaan air yang harus dilakukan adalah menghindari masuknya air pasang

dan terjadinya genangan. Sedangkan masalah tanah yang utama adalah kemasaman tanah yang tinggi (pH tanah rendah), miskin hara makro dan mikro, adanya senyawa meracun misal Al dan Fe.

Di daerah pasang surut petani telah mulai mengembangkan pertanaman kacang tanah, terutama di daerah pasang surut gambut di Kalimantan Tengah (Pangkuh dan Bereng Bengkel). Petani transmigran biasanya menanam kacang tanah di lahan pasang surut tipe C (terluapi pada pasang besar) dengan pola tanam seperti kacang tanah–padi, dan pada tipe D dengan pola tanam seperti di lahan kering. Di lahan pasang surut tipe B (terluapi pada pasang besar dan kecil) hanya dapat dilakukan dengan sistem surjan atau pematang-pematang sawah atau pada galangan. Oleh karena itu, pengelolaan air, ameliorasi lahan dan pengelolaan kesuburan tanah merupakan komponen teknologi utama dalam perakitan paket teknologi budidaya kacang tanah. Saragih dan Raihan (1996) merangkum laporan penelitian dosis optimal pengapuran dan pemupukan serta cara pengelolaan air yang optimal (Tabel 32). Komponen-komponen teknologi utama ini belum dirakit dengan komponen teknologi lainnya untuk diuji. Dengan demikian paket teknologi budidaya kacang tanah di lahan pasang surut yang efektif dan efisien belum diperoleh.

Tabel 32. Komponen teknologi untuk perakitan paket teknologi budidaya kacang tanah pada lahan pasang surut.

Komponen teknologi	Keterangan
Pengelolaan air	• Meninggikan permukaan tanah pada lahan yang ditanami (sistem surjan). Dengan semakin tingginya permukaan tanah, maka air pasang tidak akan menjangkau permukaan tanah. • Sistem drainase dangkal berjarak 15–20 m (lebar saluran: 0,75 m dan dalam saluran: 0,75 m) yang diikuti kemalir/saluran cacing dengan jarak 5 m. Saluran dapat menurunkan muka air tanah hingga 40 cm.
Pengolahan tanah	• Pada awal musim hujan pengolahan tanah lebih intensif, karena lahan diberakan pada musim kemarau sebelumnya • Pada akhir musim hujan, pengolahan tanah kurang intensif karena selang waktu yang pendek antara kedua pertanaman dan keadaan tanah tidak terlalu padat. Pembumbunan pada saat umur kurang lebih 1 bulan sesudah tumbuh
Pemupukan dan pengapuran	• Pemupukan berimbang N,P,K (45 kg N/ha + 90 kg P_2O_5/ha + 50 kg K_2O/ha) mutlak diperlukan. Pengapuran 1,5–2 t/ha mutlak diperlukan, setiap 2–3 kali pertanaman. Kombinasi pupuk dan kapur 30–45 kg N/ha + 75–90 kg P_2O_5/ha + 50–60 kg K_2O/ha + 0,5 t kapur/ha + 1 t bahan organik/ha • Dosis kapur yang optimal adalah 1,5–2,0 t/ha. Pemberian kapur tidak diperlukan setiap kali pertanaman karena residu kapur masih memberikan hasil yang cukup baik 2–3 kali pertanaman. Dosis tersebut utamanya untuk meningkatkan ketersediaan Ca untuk tanaman.
Aplikasi bakteri penambat N	Mampu meningkatkan hasil polong 14–20% di lahan pasang surut Sumsel dan Kalteng
Varietas	Lokal, Kelinci dan Gajah. Asal benih: pertanaman petani sendiri
Jarak tanam	40 x 10 cm, 1 benih/lubang
Penyiangan gulma	Dilakukan
Pengendalian hama dan penyakit	Dilakukan

Hingga saat ini, pengembangan paket teknologi budidaya kacang tanah spesifik agroklimat belum dilakukan secara penuh. Pada beberapa agroklimat seperti lahan sawah irigasi dan tadah hujan, lahan kering iklim basah, dan lahan kering iklim kering yang merupakan agroklimat daerah sentra-sentra produksi utama kacang tanah di P. Jawa sudah mulai dirakit. Masih dibutuhkan jalan panjang untuk ditempuh dan waktu yang lama untuk lahirnya rakitan teknologi budidaya spesifik agroklimat, karena alternatif paket teknologi budidaya tersebut perlu diverifikasi pada sentra-sentra produksi lain dengan tipe agroklimat yang sama masih memerlukan waktu yang panjang.

PENUTUP

Teknologi budidaya kacang tanah yang kini lebih ditekankan pada pengelolaan tanaman terpadu merupakan suatu pendekatan inovatif dan dinamis dalam upaya meningkatkan produksi kacang tanah dan selanjutnya pendapatan petani melalui pencarian dan penerapan teknologi yang sesuai dengan kondisi setempat baik lingkungan fisik, sosial budaya maupun ekonomi petani. Pada konteks ini, lingkungan fisik dapat dioptimalkan melalui serangkaian tindakan budidaya tanaman yang pada prinsipnya adalah mengelola lahan, air, tanaman, dan organisme pengganggu tanaman (LATO) supaya memberikan lingkungan fisik yang paling kondusif untuk pertumbuhan tanaman. Keanekaragaman jenis tanah, ketersediaan air pada suatu agroekologi ditambah kehadiran hama atau penyakit tertentu, dan umur serta varietas tanaman telah melahirkan pentingnya suatu tindakan pengelolaan yang sangat spesifik. Oleh karena itu, teknologi budidaya kacang tanah spesifik agroekologi diharapkan mampu menjawab kebutuhan itu, sehingga peningkatan produktivitas dan produksi kacang tanah menjadi suatu keniscayaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T., D.M. Arsyad, dan Sumarno. 1996. Pengembangan paket teknologi budidaya kacang tanah. Hlm. 70–87 dalam N. Saleh, K.H. Hendroatmodjo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono, dan A. Winarto (peny.). Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No.7-1996. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Adisarwanto, T, dan A.A. Rahmianna. 1991. Pengelolaan lahan, cara tanam dan penggunaan pupuk kandang untuk kacang tanah di lahan bekas luapan gunung Kelud. hlm. 68–73 dalam Adisarwanto, T.Y. Widodo dan A. Winarto (Ed.) Risalah Hasil Penelitian.
- Ali, A.H., 2004. Pengaruh jarak tanam dan pemberian berbagai dosis kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea*) Varietas Gajah. Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 43 Hlm.
- Arifin, S. 1996. Kajian agronomis budidaya tumpangsari tanaman tebu dengan kacang tanah. Hlm. 297–308 dalam N. Saleh, K. Hartojo H., Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono, A. Winarto (Eds). Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Malang.
- Arinong, A.R., E. Nilawati, dan Suintosa. 2006. Peningkatan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) dengan pemberian jerami padi dan pupuk kandang. Jurnal Agrisistem 2(2): 70–73.
- Balitkabi. 2012. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Litbang Pertanian.

- Bell, M.J., B. Sukarno dan A.A. Rahmianna. 1992. Effect of photoperiod, temperature and irradiance on peanut growth and development. p. 85–94. In *Peanut Improvement : A case study in Indonesia*. Proc. of an ACIAR/AARD/QDPI Collaborative review meeting held at Malang, East Java, Indonesia, 19–23 August, 1991. ACIAR Proc. No. 40. 108 p.
- BPS. 2012. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Butler, D.R. 1990. Wheater requirements for infection by late leaf spot in groundnut. p. 99–104. In *Proc. of the fourth regional groundnut workshop for Southern Africa*, 19–23 March 1990. Arusha, Tanzania. ICRISAT. Patancheru, A.P. India.
- Chamber, R.E. 1977. *Klimatologi Pertanian Dasar*. Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Cibro, M.A. 2008. Repon beberapa varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap pemakaian mikoriza pada berbagai cara pengolahan tanah. Tesis Pascasarjana Program Studi Agronomi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Coleman, D.C., J.M. Oades, and G. Uehara. 1989. Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. NIFTAL Project. University of Hawaii Press. Hawaii. p. 140–148.
- Darmijati, S. 1987. Tanggap empat varietas kacang tanah terhadap musim di lahan kering. *Pemberitaan Penelitian Sukarami*. Hlm. 12–16.
- Darmijati, S., Sumarno dan F. Muhadjir. 1989. Pengaruh musim tanam, zat pengatur tumbuh, dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah di lahan sawah.
- Gibbons, R.W. 1986. Biological constraints to increased groundnut production in the semi-arid tropics. p. 47–61. In *Agrome teorologi of groundnut*. Proc. of an Internat. Symp. 21–26 August 1985, ICRISAT, Sahelin Center, Niamey, Niger, Patancheru, A.P. India.
- Girsang, W. 1999. Studi dinamika populasi gulma serta pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L.) pada berbagai sistem pengolahan tanah dan variasi lebar lorong tanaman. Tesis Program Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Harjadi, S.S. dan S. Yahya. 1988. *Fisiologi stress lingkungan*. PAU Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harsono, A. dan A.A. Rahmianna. 1991. Waktu tanam dan populasi tanaman optimal untuk kacang tanah di lahan kering. Hlm. 27–33. Dalam Adisarwanto, *et al.* (eds). *Risalah Seminar Hasil Penelitian Kacang Tanah di Tuban*. Balittan Malang.
- Harsono, A., dan Heriyanto. 1996. Budidaya kacang tanah di lahan kering beriklim kering untuk mendukung usahatani berwawasan agribisnis. Hlm. 177–187. Dalam N. Saleh, K.H. Hendroatmodjo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono, dan A. Winarto (peny.). *Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Edisi Khusus Balitkabi No.7-1996. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Herawati, T dan R. Setiamihardja. 2000. Diktat kuliah pemuliaan tanaman lanjutan program pengembangan kemampuan peneliti tingkat S1 non pemuliaan dan ilmu dan teknologi pemuliaan. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Holland, J.F. dan D.W. Mc Namara. 1982. Weed control and row spacing in dryland shorgum in Northern New South Wales. *Aust. J. Exp. Anim. Husb.* 22: 310–316.
- Hoof, Van. W.C.H. 1987. Mixed Cropping of groundnut and maize in East Java. 156p. Ph.D. Diss. Wageningen Agric. Univ. Wageningen. Netherlands.
- Islami, T. dan W.H. Utomo. 1995. *Hubungan tanah, air dan tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Kari, Z., Azwir dan Nuralini. 1993. Pengaruh populasi tanaman dan pengairan terhadap hasil kacang tanah pada musim kering. Hlm. 96–103 *dalam* *Risalah Seminar Balai Penelitian Tanaman Pangan*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami.
- Karsono, S. 1996. Agroklimat kacang tanah dan keadaan pertanaman di Indonesia. *Risalah Seminar Nasional Prospek* Hlm. 430–453 *dalam* *Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah*

- di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7–1996. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian.
- List, R.J. 1958. *Smithsonian Meteorological Tables*. The Smithsonian Institution. Washington. 527 p.
- Manwan, I., Sumarno, A. Syarifudin Karama dan Achmad M. Fagi. 1989. Teknologi untuk Kedelai di Indonesia. Puslitbangtan Badan Litbang Pertanian. Deptan. 46 p.
- Mardiati, T. 2007. Respon morfologis beberapa varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap cekaman kekeringan. Skripsi Program Studi Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. 113 hlm.
- Ong, C.K. 1986. Agroclimatological factors affecting phenology of groundnut. p. 115–125. *In* Agrometeorology at groundnut. Proc. of an Internat. Symp., 21–26 August 1985. ICRISAT, Sahelian Center, Niamey, Niger, Patancheru, A.P. India. 288 p.
- Pirngadi, K., J.R. Hidayat, dan H.M. Toha. 1996. Penelitian teknologi dbudidaya kacang tanah lahan sawah sesudah padi. Hlm. 266–271. Dalam. N. Saleh, K.H. Hendroatmodjo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono, dan A. Winarto (peny.). Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No.7–1996. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Prastowo, B. I. Firmansyah, A. Prabowo dan G.C. Wright. 1992. Pengelolaan Air Irigasi dan Kedalaman Olah untuk tanaman kacang tanah. hlm. 36–47 *Dalam* Risalah Perbaikan komponen Teknologi Budidaya Kacang Tanah. Balittan Malang.
- Rahmianna, A.A. 1989. Kepadatan tanaman, pengendalian gulma, dan pengairan pada kacang tanah. hlm. 5–10. *Dalam* Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1989. Balittan Malang.
- Rahmianna, A.A. dan Joko Purnomo. 2013. Pertumbuhan dan hasil polong kacang tanah berasal dari beberapa kualitas fisik benih dengan atau tanpa aplikasi pestisida sebagai seed treatment. Hlm. 211–216 *Dalam* Y. Wahyu *et al.*, (Eds). Pros. Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. Buku I.
- Rahmianna, A.A. dan M. Bell. 1988. Telaah kendala hasil kacang tanah di lahan sawah. Penelitian Palawija 3(1): 48–54.
- Saragih, S., dan S., Raihan. 1996. Prospek pengembangan dan system produksi kacang tanah di lahan pasang surut. Hlm. 166–176. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hendroatmodjo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono, dan A. Winarto (peny.). Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7–1996. Balai Penelitian Tanaman Kacang–kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Shorter, R., K.J. Middleton, S. Sadikin, M. Machmud, M.J. Bell and G.C. Wright. 1992. Identification of disease, agronomic and eco-physiological factors limiting peanuts yields. p. 9–18. *In* Peanut Improvement: A case study in Indonesia. Proc. of an ACIAR/ AARD/ODPI collaborative review meeting held at Malang, East Java, Indonesia, 19–23 August 1991. ACIAR Proc. No. 40.
- Slamet, P. 1990. Pengaruh zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah. p.105–108. *Dalam* Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balittan Malang.
- Subandiyah, S. and A.C. Hayward. 1992. The influence of some environmental factors and isolate variability on the development of peanut bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. p. 26–30. *In* Peanut Improvemet: A case study in Indonesia. Proc. of an ACIAR/AARD/ODPI collaborative review meeting held at Malang, East Java, Indonesia, 19–23 August 1991. ACIAR Proc. No. 40.

- Supriyadi, H., Syrahmat dan Komarudin. 1986. Tumbuh respon kacang tanah terhadap kerapatan populasi dan zat penghambat. *Penelitian Tanaman Pangan*. Palawija (1):160–165.
- Sutarto, I.V. 1986. Pengaruh mulsa dan pengolahan tanah terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah. *Prosiding Kongres Nasional IV*. Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. Bogor. Hlm. 144–145, 155–156.
- Sutarto, I.V., Harnoto dan Sri Astuti Rais. 1988. Kacang tanah. *Bull. Tehnik*. No. 2. Badan Litbang Pertanian. Balittan Bogor. 47 p.
- Suyamto, H. G. Effendi dan Riwanodja. 1989. Interaksi irigasi, pengolahan tanah dan mulsa pada kacang tanah setelah padi. Hlm. 23–27. *dalam* T. Adisarwanto *et al.* (ed) *Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Malang*.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 1991. *Plant Physiology*. California The Benjamin/cumming Publishing Company.
- Tjahjo, S.B. 2008. Pengaruh mulsa organik dan jumlah biji per polong pada berbagai jumlah aplikasi kalium terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). Tesis Pascasarjana Program Studi Agronomi. Universitas Sumatera Utara. Medan 134 hlm.
- Trustinah. 1993. Biologi kacang tanah. Hlm. 9–23. *Dalam* Astanto Kasno, Achmad Winarto dan Sunardi (Eds). *Kacang Tanah*. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang.
- Wijanarko, A., A. Taufiq, dan A.A. Rahmianna. 2011. Metode penentuan kebutuhan kapur dan cara pemberiannya untuk kacang tanah (*Arachis hypogaea*) di lahan kering masam. Hlm. 230–239 *Dalam* *Prosiding Seminar Pendampingan Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi di Provinsi Lampung Tahun 2011*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung.
- Williams, D.J. 1997. *Organic Mulch*. Cooperative Extension Service. Department of Natural Resources and Environmental Science (NRES). University of Illinois. p. 2.

KEHARAAN TANAMAN KACANG TANAH

Abdullah Taufiq dan Afandi Kristiono

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) berasal dari Brazilia (Amerika Selatan), dan saat ini telah menyebar ke seluruh dunia yang beriklim stropis dan subtropis. Kacang tanah masuk ke Indonesia pada abad ke-17, dibawa oleh pedagang-pedagang Spanyol, Cina, atau Portugis sewaktu melakukan pelayarannya dari Meksiko ke Maluku setelah tahun 1597. Kacang tanah juga masuk ke Indonesia dari Inggris dibawa oleh Holle pada tahun 1863.

Kacang tanah di Indonesia kini telah menjadi komoditas penting dan strategis, serta bernilai ekonomi tinggi. Pada daerah sentra produksi, seperti Kabupaten Tuban di Jawa Timur, kacang tanah merupakan penyumbang terbesar (65%) terhadap total pendapatan petani lahan kering (Sumarno dan Adi 1995). Sejak tahun 2008 hingga 2012, harga kacang tanah di Indonesia antara Rp 11.000 hingga Rp 17.000 per kg polong kering, dan cenderung meningkat sekitar 11% per tahun (BPS 2012).

Menurut Sutiyaorini dan Waryanto (2012), luas kacang tanah dalam kurun 2005–2011 rata-rata 643.500 ha atau turun rata-rata 4,5%/tahun, dan produksi rata-rata 783.000 ton/tahun atau turun rata-rata 3%. Hasil sensus yang dilaporkan oleh Pusdatin (2012) menunjukkan bahwa kebutuhan kacang tanah untuk bahan makanan tahun 2011 mencapai 679.000 ton, lebih rendah dibandingkan tahun 2010 (766.000 ton), kebutuhan tersebut belum termasuk untuk bahan baku industri seperti keju, mentega, sabun, dan minyak goreng.

Sentra produksi kacang tanah berada di Jawa Timur (31%), Jawa Tengah (18%), Yogyakarta (11%) dan Jawa Barat (9%). Sentra kacang tanah di luar Jawa adalah Sulawesi Selatan, NTT, NTB, Kalimantan Selatan, Bali, dan Sumatera Utara dengan luas masing-masing 2–5% (BPS 2012). Sekitar 60% kacang tanah di Indonesia ditanam pada periode tanam September–Desember dan Januari–April dan 40% pada Mei–Agustus. Artinya sekitar 60% ditanam di lahan kering pada awal dan akhir musim hujan dan 40% di lahan sawah pada musim kemarau. Lahan kering di Indonesia tersebar pada daerah beriklim kering dan beriklim basah sehingga kesuburan kimianya sangat beragam.

Budidaya kacang tanah di Indonesia umumnya belum dilakukan secara optimal, utamanya yang berkaitan dengan pengelolaan kesuburan tanah. Hal ini menjadi salah satu penyebab tidak meningkatnya produktivitas. Potensi produktivitas varietas unggul di Indonesia sesungguhnya dapat mencapai 3–4 t/ha polong kering (Balitkabi 2012). Oleh karena itu pemahaman tentang aspek kesuburan tanah bagi kacang tanah menjadi hal yang penting.

UNSUR HARA MINERAL

Nutrisi tanaman adalah unsur kimia yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Unsur hara mineral adalah nutrisi tanaman yang diserap dari tanah. Unsur hara yang berada dalam larutan tanah dapat berasal dari berbagai sumber, yaitu: pelapukan mineral primer, penguraian bahan organik, pengendapan dari atmosfer, bahan pupuk, dan resapan dari tempat lain.

Dalam konsep keharaan tanaman, dikenal unsur hara esensial dan non-esensial. Menurut Barker dan Pilbeam (2007) unsur hara disebut esensial bila memenuhi setidaknya tiga kriteria:

1. Unsur hara dibutuhkan tanaman untuk menyelesaikan siklus hidupnya.
2. Mempunyai fungsi yang spesifik (*unique*) dalam metabolisme atau fisiologi tanaman, dan fungsi tersebut tidak dapat digantikan oleh unsur lain.
3. Mempunyai pengaruh langsung terhadap pertumbuhan atau metabolisme semua tanaman.

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, konsep keharaan berkembang pula. Saat ini dikenal konsep unsur bermanfaat (*beneficial element*). Unsur bermanfaat menurut Barker dan Pilbeam (2007) adalah unsur hara yang sudah diketahui pengaruh dan manfaatnya bagi tanaman tetapi belum memenuhi kriteria esensial, seperti Aluminium (Al), Selenium (Se), Silikon (Si), Sodium (Na), dan Vanadium (Vd).

Unsur hara yang sudah diketahui esensial ada 14 (Wiedenhoeft 2006), yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur (S), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Klor (Cl), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Tembaga (Cu), Boron (B), Molibdenum (Mo), dan Cobalt (Co). Unsur Nikel (Ni) banyak diulas oleh Brown (2007) tentang esensialitasnya bagi tanaman dan oleh karena itu dimasukkan dalam kategori unsur esensial, sehingga unsur hara esensial menjadi 15 macam. Manfaat unsur Si bagi tanaman tertentu (seperti padi dan tebu) banyak diulas oleh Snyder *et al.* (2007), tetapi belum diketahui esensialitasnya bagi tanaman lain sehingga dikategorikan sebagai unsur bermanfaat (*beneficial element*).

Berdasarkan jumlah yang dibutuhkan oleh tanaman, unsur hara esensial dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan jumlah relatif pada tanaman yang tumbuh normal, yaitu:

1. Unsur hara makro, yaitu yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak ($\geq 0,1\%$) terdiri dari N, P, K, S, Ca, dan Mg. Tucker (1999) mengelompokkan unsur hara makro menjadi dua, yaitu hara makro primer (N, P, K) dan hara makro sekunder (Ca, Mg, S).
2. Unsur hara mikro, yaitu yang diperlukan tanaman dalam jumlah sedikit ($\leq 0,01\%$ atau $100 \mu\text{g/g}$) seperti Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B dan Mo. Hara mikro sebagian besar berperan penting dalam proses fisiologis, fotosintesis, dan respirasi (Marschner 1995; Mengel *et al.* 2001).

Berdasarkan pergerakannya (mobilitasnya) dalam tanaman, unsur hara esensial dikelompokkan menjadi:

1. Unsur hara dapat berpindah dari suatu bagian tanaman ke bagian tanaman lainnya yang membutuhkan (*mobile*), contoh N, P, K, dan Mg. Gejala kekahatan unsur hara yang bersifat mobil nampak pertama kali pada daun yang lebih tua.
2. Unsur hara tidak dapat berpindah dari suatu bagian tanaman ke bagian tanaman lainnya yang membutuhkan (*immobile*), contoh Ca dan B. Gejala kekahatan unsur hara yang bersifat immobil nampak pertama kali pada daun muda.
3. Unsur hara yang tidak mudah berpindah dalam tanaman atau dapat berpindah pada kondisi tertentu (*intermediate mobile*), contoh S, Cl, Cu, Zn, Mn, Fe, dan Mo.

Unsur hara mineral selain mempunyai peran penting untuk proses fisiologis tanaman, juga berperan untuk ketahanan terhadap cekaman abiotik maupun biotik. Waraich *et al.* (2011) menunjukkan peran unsur N, P, K, Ca, Mg, Zn, B, dan Cu dalam mengurangi

pengaruh buruk akibat cekaman kekeringan. Coyne (2004) dalam percobaan jangka panjang menunjukkan bahwa pemupukan N, P, K, Ca, Mg, Zn menurunkan populasi nematoda parasit pada tanaman padi gogo. Ramage dan Williams (2002) mengulas peran penting unsur N, P, dan K dalam proses morfogenesis tanaman.

DISTRIBUSI, KONSENTRASI DAN SERAPAN HARA

Kacang tanah adalah tanaman yang kaya energi yang terdiri atas mineral, lemak, protein dan vitamin, dan oleh karena itu tanaman ini menyerap unsur hara dalam jumlah yang cukup besar. Jumlah unsur yang diserap beragam tergantung pertumbuhan dan tingkat hasil. Semakin baik pertumbuhan, dan semakin tinggi hasil maka unsur hara yang diserap semakin tinggi (Tabel 1). Tingkat pertumbuhan dan hasil tanaman mencerminkan tingkat kesuburan tanah. Jumlah unsur hara yang diserap tanaman kacang tanah pada beberapa tingkat hasil yang dicapai menggambarkan kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan untuk tingkat produktivitas tertentu.

Tabel 1. Serapan unsur hara NPK dalam tajuk tanaman kacang tanah pada berbagai tingkat hasil.

Bobot kering tajuk (kg/ha)	Hasil polong kering (kg/ha)	Serapan hara dalam tajuk (kg/ha)		
		N	P	K
6.132	6.070	11,8	9,3	12,4
5.974	6.440	12,6	9,9	12,8
6.049	6.800	13,5	11,2	14,5
4.958	5.270	9,9	7,4	10,7

Sumber: Chang dan Sung (2004).

Kacang tanah membutuhkan unsur N, Ca, dan K lebih tinggi dibandingkan unsur P, Mg, dan S. Total serapan N, Ca, dan K pada kacang tanah pada tingkat hasil polong 3 t/ha mencapai 192 kg N/ha, 77 kg Ca/ha dan 66 kg K/ha (Tabel 2). Peneliti lain melaporkan bahwa untuk menghasilkan 1,5 t/ha hingga 2 t/ha, tanaman kacang tanah menyerap unsur N sebanyak 108 hingga 125 kg N/ha (ICAR 1987; Sutarto *et al.* 1988; Ismunadji 1989). Total serapan N pada kondisi pertumbuhan yang baik mencapai 108 kg N/ha (Hafner *et al.* 1992). Kandungan N dalam tajuk tanaman pada fase perkembangan polong dan pengisian biji (umur 60 hari) lebih tinggi dibandingkan Ca dan K (Tabel 3). Pada saat panen, Purwaningsih (2011) melaporkan bahwa kandungan N pada tajuk lebih tinggi (3,50–3,86%) dibandingkan P (0,60–0,77%).

Pola serapan hara tanaman kacang tanah dalam satu musim tanam mengikuti pola akumulasi bahan kering (Halevy dan Hartzook 1988). Laju produksi bahan kering sangat lambat hingga fase pembungaan, dan meningkat cepat pada fase reproduktif dan pemasakan polong. Sebanyak 10–19% unsur hara N, P, K, Ca, dan Mg diserap selama fase vegetatif, sedangkan sisanya diserap selama fase reproduktif dan pemasakan polong (Tabel 4). Pola serapan hara juga dipengaruhi oleh musim, dimana serapan pada musim hujan lebih tinggi dibandingkan pada musim kemarau. Kandungan unsur hara N, P, K, dan Ca dalam tajuk pada musim kemarau berturut-turut adalah 104,2 mg N, 6,93 mg P, 128,19 mg K dan 119,6 mg Ca per tanaman, sedangkan pada musim hujan adalah 174,07 mg N, 14,36 mg P, 203,11 mg K, dan 190,01 mg Ca per tanaman (Junjittakarna *et al.* 2013).

Tabel 2. Serapan hara pada tanaman kacang tanah.

Bagian tanaman	Bobot kering (t/ha)	Serapan hara (kg/ha)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Polong	3	120	11	18	13	9	7
Tajuk	5	72	11	48	64	16	8
Total		192	22	66	77	25	15

Sumber: Gascho (1992).

Tabel 3. Kandungan unsur hara dalam tajuk tanaman kacang tanah umur 60 hari pada lahan kering tanah Alfisol.

Tahun	Macam pupuk	Kandungan unsur hara						
		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Fe (ppm)
2002	Urea	3,28	0,26	1,72	2,54	0,60	0,10	122
	ZA	3,31	0,33	2,08	2,69	0,62	0,32	151
2003	Urea	3,43	0,28	1,74	2,05	0,59	0,21	85
	ZA	3,53	0,33	1,92	2,42	0,41	0,34	58

Sumber: Ispandi dan Munip (2004).

Tabel 4. Partisi total penyerapan unsur hara pada tanaman kacang tanah berdasarkan fase pertumbuhan.

Fase Pertumbuhan	Partisi unsur hara (%)				
	N	P	K	Mg	Ca
Vegetatif	10	10	19	11	10
Reproduktif	42	39	28	48	53
Polong masak	48	51	53	41	37

Sumber: Loganathan dan Krishnamoorthy (1977).

Pada umumnya hara mineral diserap akar tanaman dari larutan tanah dalam bentuk kation bebas misalnya unsur Ca, Mg dan K masing-masing dalam bentuk Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan K^+ , dalam bentuk oksida anion seperti unsur P, S dan N masing-masing dalam bentuk PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , dan NO_3^- atau NH_4^+ (Maathuis 2009). Kacang tanah mampu menyerap hara melalui akar dan kulit polong. Sebanyak 62,5% dari total Ca pada biji diserap melalui kulit polong (Gascho 1996). Akan tetapi pada kacang bambara (*Vigna subterranea* L.) Straten (1995) melalui percobaan double pot technique menyimpulkan bahwa Ca tidak diserap melalui polong tetapi sepenuhnya diserap melalui akar, dan akumulasi Ca dalam polong lebih rendah dibandingkan pada daun. Pada percobaan di rumah kaca menggunakan N isotop, diketahui bahwa 60–65% dari N yang diberikan diserap melalui akar dan 35–40% diserap melalui kulit polong (Inanaga *et al.* 1990). Pada tingkat hasil 1,6–1,8 t polong/ha, kacang tanah menyerap 97,2–114,4 kg N/ha, 14,4–17,3 kg P/ha, 57,8–66,1 kg K/ha, 12,2–13,7 kg S/ha, 44,2–51,5 kg Ca/ha, dan 27,2–30,5 kg Mg/ha (Rao dan Shaktawat 2005). Dibandingkan komoditas tanaman pangan lainnya, kacang tanah menyerap unsur Ca paling tinggi (Tabel 5). Untuk menghasilkan satu ton biji tanaman kacang tanah menyerap 11–22 kg Ca (Meena *et al.* 2007).

Tabel 5. Tingkat kebutuhan unsur hara makro pada berbagai tanaman pangan.

Komoditas	Nama ilmiah	Tingkat kebutuhan hara					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Ubikayu	Manihot esculenta	L	L	H	L	L	M
Jagung	Zea mays	H	M	M	M	M	M
Kacang tanah	Arachis hypogaea	M	L	L	H	L	M
Padi	Oryza sativa	L	L	L	L	VL	L
Kedelai	Glycine max	VH	M	M	M	L	M

Keterangan: L= rendah, VL= sangat rendah, M=sedang, H= tinggi, VH= sangat tinggi.
Sumber: Benton (2003).

Uraian di atas mengindikasikan bahwa pasokan unsur N, Ca, dan K berperan penting bagi pertumbuhan kacang tanah, sehingga unsur Ca bagi kacang tanah kemungkinan tidak lagi menjadi unsur hara makro sekunder tetapi primer. Banyak yang beranggapan bahwa kacang tanah tidak perlu tambahan pupuk N karena dapat mengambil N dari hasil fiksasi. Anggapan tersebut tidak sepenuhnya benar karena kacang tanah banyak membutuhkan N pada awal pertumbuhannya ketika aktifitas bakteri *Rizobium* yang menfiksasi N belum bekerja/berfungsi secara aktif. Bintil akar yang aktif berukuran besar dan bagian dalamnya berwarna merah, sedangkan bintil akar yang tidak aktif berukuran kecil dan berwarna pucat.

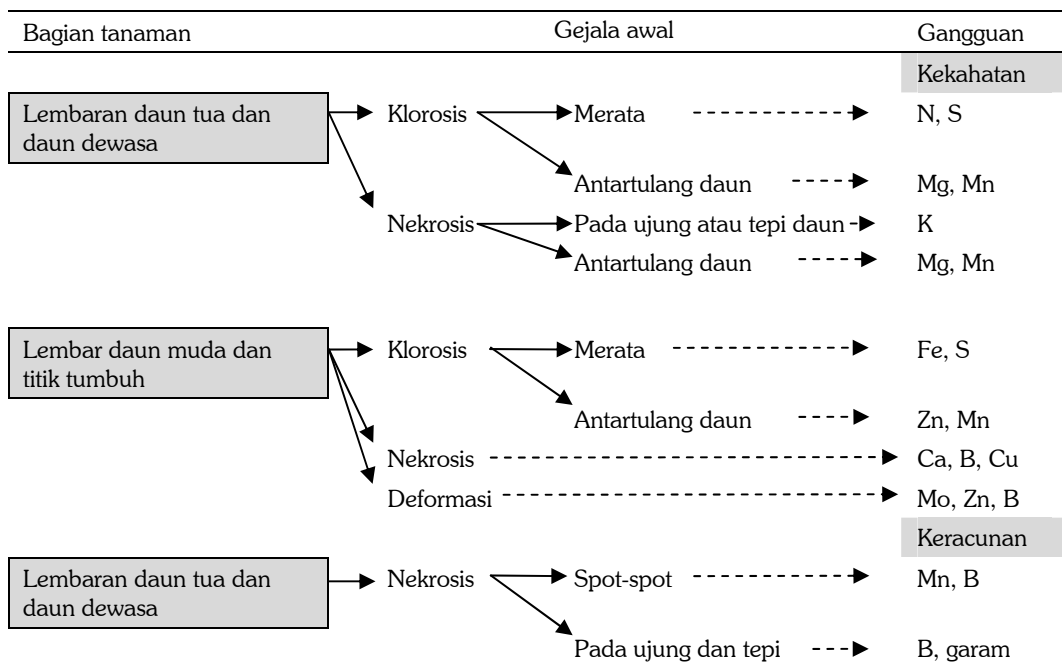
DIAGNOSIS MASALAH UNSUR HARA

Masalah unsur hara bagi tanaman pada intinya ada dua, yaitu kekahatan (*deficiency*) dan keracunan (*toxicity*). Kekahatan dan keracunan unsur hara dapat diidentifikasi secara langsung dengan mengenali gejala yang muncul pada tanaman, terutama daun. Istilah yang sering digunakan untuk identifikasi hara adalah klorosis dan nekrosis. Klorosis adalah daun atau bagian tanaman lain yang menguning. Nekrosis adalah jaringan yang mengering pada daun. Awal munculnya gejala tergantung pada mobilitas unsur hara dalam tanaman. Unsur hara yang mobil gejala awal biasanya tampak pada daun tua, sedangkan yang kurang/tidak mobil gejala awal biasanya muncul pada daun muda. Identifikasi masalah hara juga dapat dilakukan secara tidak langsung melalui analisis tanah dan tanaman.

Identifikasi Langsung

Identifikasi secara langsung dilakukan dengan mengenali gejala kekahatan pada tanaman. Cara ini lebih murah dan cepat, bermanfaat untuk mengidentifikasi unsur hara yang ketersediaannya kurang maupun berlebih sehingga pupuk yang akan diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Mengenali gejala kekahatan dan keracunan unsur secara langsung memang agak sulit dan diperlukan pengetahuan serta pengalaman, tapi dengan latihan yang terus menerus akan menjadi terbiasa. Kekahatan unsur hara tidak selalu disebabkan oleh ketersediaannya yang rendah, tapi dapat disebabkan oleh faktor lain yang menyebabkan terganggunya penyerapan. Pada kondisi tergenang, penyerapan dan akumulasi unsur N, P, K, Ca, dan Mg pada kacang tanah menurun drastis (LIU Fei *et al.* 2007). Keracunan unsur hara selalu disebabkan oleh penyerapan yang berlebihan. Memahami fungsi fisiologis, karakteristik dan faktor yang berpengaruh terhadap unsur hara sangat penting dalam identifikasi gejala visual (Tabel 6). Gambar 1 adalah skema untuk membantu identifikasi kekahatan atau keracunan unsur hara.



Gambar 1. Skema cara mengenal kekahatan dan keracunan unsur hara (diadopsi dari Marschner 1986).

Tabel 6. Karakteristik dan fungsi fisiologis serta mobilitas unsur hara dalam tanaman.

No.	Unsur hara	Bentuk diserap	Kondisi penyebab kekurangan	Mobilitas dalam tanaman	Gejala kekurangan	Munculnya gejala awal pada daun
1	Nitrogen (N)	NO_3^- , NH_4^+	N tanah rendah, hilang akibat pencucian, menguap akibat kondisi kering dan cuaca panas, tanah bertekstur pasir, drainase buruk, tanah masam.	Sangat mobil (sebagai asam amino)	Daun bawah kuning (klorosis), pada kondisi parah semua daun klorosis. Tanaman kerdil. Batang berwarna kemerahan, perkembangan polong terhambat. Daun mengecil dan berdinding tebal sehingga daun menjadi kasar/keras dan berserat.	Daun tua
2	Fosfor (P)	H_2PO_4^-	P tanah rendah, kekurangan air, tanah masam, kandungan kapur tinggi	Mobil (sebagai inorganik dan organik)	Pembentukan bintil akar terhambat. Tanaman kerdil, ukuran daun kecil. Daun tua berwarna hijau gelap kemudian cepat klorosis dan gugur sebelum waktunya. Batang berubah warna menjadi ungu. Perkembangan akar, polong dan biji terhambat.	Daun tua
3	Kalium (K)	K^+	K tanah rendah, tanah masam, tanah bertekstur pasir.	Sangat mobil (sebagai K^+)	Klorosis antartulang daun tua atau tepi daun. Pada kondisi parah hanya tulang daun yang berwarna hijau, dan selanjutnya mengering dan gugur. Tepi daun tua klorosis, menggulung ke atas dan pada akhirnya mengering. Tanaman kerdil dan sedikit bercabang.	Daun tua
4	Sulfur (S)	$\text{SO}_4^{=}$	S tanah rendah, tanah bertekstur pasir, kandungan kapur tinggi, pH tanah tinggi (alkalis).	Medium (sebagai $\text{SO}_4^{=}$)	Pertumbuhan terhambat. Daun muda klorosis kemudian berlanjut ke daun yang lebih tua. Pada kondisi parah seluruh daun klorosis.	Daun tua
5	Kalsium (Ca)	Ca^{2+}	Ca tanah rendah, tanah bertekstur pasir, tanah Oxisol, Ultisol dengan pH masam, kejenuhan basa rendah dan Aluminium dapat ditukar (Al-dd) tinggi.	Imobil (sebagai Ca^{2+})	Bintik-bintik coklat atau hitam pada permukaan bawah daun. Bila parah terjadi nekrosis (mengering spot-spot) sehingga daun menjadi berwarna coklat. Kadang daun nampak keriting mirip gejala serangan virus. Ujung akar dan pucuk tanaman mati. Pembentukan polong dan biji terhambat.	Daun muda atau titik tumbuh
6	Besi (Fe)	Fe^{2+}	Kandungan Fe rendah, CaCO_3 dan ion HCO_3^- tinggi, kandungan P tinggi, aerasi jelek, penambahan pupuk kandang yang tinggi, bahan organik tanah rendah.	Imobil	Menguning antartulang daun pada daun muda. Kondisi parah tulang daun juga menguning dan daun berubah menjadi putih. Perakaran sedikit, pertumbuhan kerdil. Bintil akar sedikit.	Daun muda

Kahat Nitrogen (N)

Tanaman kacang tanah membutuhkan unsur nitrogen (N) lebih tinggi dibandingkan tanaman sereal, seperti padi dan jagung. Kandungan protein biji yang cukup tinggi (berkisar 30%) menyebabkan tingginya kebutuhan unsur N. Sebagian besar kebutuhan N (60–80%) dipenuhi dari fiksasi N bintil akar (Nambiar 1990). Respons positif tanaman kacang tanah terhadap pupuk N menunjukkan bahwa kebutuhan N tidak sepenuhnya dipenuhi dari fiksasi N_2 (Hadad *et al.* 1982). Fiksasi N dari udara merupakan hasil kerja sama saling menguntungkan antara tanaman kacang tanah dengan mikroba *Rhizobium* dalam bintil akar. Perkembangan bintil akar hingga mampu menfiksasi N membutuhkan waktu 25–30 hari. Oleh karena itu, N dari tanah diperlukan selama periode awal pertumbuhan tanaman.

Penyerapan N intensif pada periode antara pembungaan dan pembentukan polong. Selama fase reproduksi, terjadi mobilisasi N dari daun ke polong yang sedang berkembang dan hal ini terkadang menyebabkan munculnya gejala kekahatan N (Kvien *et al.* 1986). Kekahatan unsur N menyebabkan pembentukan klorofil terhambat sehingga daun klorosis (Gambar 2). Gejala kahat N yang paling mudah diamati adalah daun berwarna hijau pucat, ukuran daun lebih kecil, pada kondisi kekahatan yang sangat parah seluruh daun berwarna kuning pucat dan akhirnya gugur, serta pertumbuhan tanaman kerdil (Gambar 3).



Gambar 2. Gejala kahat N pada tanaman kacang tanah (foto: Taufiq, Balitkabi).



Gambar 3. Tanaman kacang tanah di lahan kering masam Lampung. Kahat N, daun menguning (kiri) dan yang normal (kanan) (foto: Taufiq, Balitkabi).

Kekahatan N umumnya terjadi pada tanah bertekstur pasir, tanah masam (pH rendah) dimana aktivitas mikroorganisme penambat (fiksasi) N (*Rhizobium*) terganggu sehingga bintil akar tidak berkembang (Gambar 4). Gejala kahat N juga sering terjadi pada lahan berdrainase buruk karena bakteri penambat N tidak berkembang, dan penyerapan N terhambat (Gambar 5).



Gambar 4. Tanaman kacang tanah menunjukkan kahat N (kiri) karena tidak membentuk bintil akar (foto Taufiq, Balitkabi).



Gambar 5. Tanaman kacang tanah menunjukkan kahat N akibat drainase buruk (foto Taufiq, Balitkabi).

Kahat Fosfor (P)

Kebutuhan unsur P pada tanaman kacang-kacangan yang membentuk bintil akar lebih besar dibandingkan yang tidak membentuk bintil akar. Kekurangan P akan menghambat fiksasi N dan interaksi simbiosis. Kandungan P per unit bobot kering pada bintil akar lebih tinggi dibandingkan pada akar dan tajuk, terutama bila ketersediaan P eksternal rendah (Adu-Gyamfi *et al.* 1989). Fosfor terlibat dalam berbagai proses kimia dan molekuler terutama dalam pembentukan dan pemanfaatan energi pada tanaman (Epstein dan Bloom 2005), mempercepat pembungaan dan pemasakan polong (Raja 2013).

Gejala kahat unsur P biasanya mulai muncul pada tanaman umur 30 hari. Tanaman yang kahat unsur P pertumbuhannya kerdil, ukuran daun kecil, batang atau daun berwarna keunguan karena akumulasi antosianin, seringkali batang lebih keras (Gambar 6 dan 7). Kahat P umumnya terjadi pada tanah masam atau tanah alkalis. Tanah masam umumnya mengandung besi (Fe) dan aluminum (Al) tinggi, sedangkan tanah alkalis mengandung Ca tinggi yang menyebabkan unsur P tidak tersedia akibat terfiksasi.



Gambar 6. Kahat P pada kacang tanah, batang mengeras, berwarna keunguan (foto: Taufiq, Balitkabi).



Gambar 7. Kacang tanah yang kahat P, kerdil, batang mengeras, berpolong tapi bijinya kecil (foto sebelah kanan) (foto: Taufiq, Balitkabi).

Kahat Kalium (K)

Kacang tanah memerlukan hara Kalium (K) tinggi. Akar tanaman kacang tanah sangat efisien dalam menyerap K (Singh dan Oswald 1995), sehingga kurang respons terhadap pemupukan K meskipun ketersediaannya dalam tanah sangat rendah (Weiss 1983). Kalium merupakan agen katalis dalam proses metabolisme tanaman, seperti: (1) aktivasi enzim, (2) mengurangi kehilangan air transpirasi melalui pengaturan stomata, (3) meningkatkan produksi adenosine triphosphate (ATP), (4) membantu translokasi asimilat, dan (5) meningkatkan serapan N dan sintesis protein (Havlin *et al.* 1999). Meskipun demikian, kandungan K yang tinggi pada daerah polong menyebabkan tingginya persentase polong hampa akibat terganggunya penyerapan Ca (Csinos dan Gaines 1986).

Gejala kahat unsur K mulai nampak pada daun tua, yaitu timbulnya klorosis (warna kuning) di antara tulang daun atau sepanjang tepi daun (Gambar 8). Pada kekahatan yang parah, klorosis meluas hingga mendekati pangkal daun dan hanya meninggalkan warna hijau pada tulang daun, dan selanjutnya daun mengering.

Kahat K umumnya terjadi pada tanah masam dengan kejenuhan basa rendah, tanah bertekstur pasir, tanah Vertisol saat kondisi kekurangan air. Tanah yang mengandung unsur S, Ca, dan P rendah menghambat penyerapan K sehingga tanaman menunjukkan kahat K.



Gambar 8. Gejala kahat K pada tanaman kacang tanah, tepi daun menguning dan kemudian mengering (sumber foto kiri: Courtesy H. Harris; foto kanan: Rao 2012).

Kahat Kalsium (Ca)

Kebutuhan unsur Ca tanaman kacang tanah cukup tinggi selama periode pengisian polong, dan unsur tersebut dapat diserap melalui polong. Kacang tanah yang kekurangan unsur Ca membentuk biji yang kecil, kandungan minyaknya rendah, dan bila terjadi kekurangan Ca dan K maka bobot biji yang dihasilkan rendah. Kalsium diperlukan oleh tanaman kacang tanah terutama pada saat ginofor mulai muncul, pembentukan biji, hingga pemasakan polong (Walker 1975). Review secara mendalam oleh Hepler (2005) menunjukkan bahwa Ca merupakan pengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kalsium diserap langsung melalui polong sejak awal pembentukan polong. Karakter morfologi yang mempengaruhi serapan Ca oleh polong adalah luas permukaan polong, volume polong, lama periode pemasakan polong, dan ketebalan kulit (Kvien *et al.* 1988). Kekahatan Ca menyebabkan plumula berwarna gelap dan gagal membentuk biji (Singh

dan Oswalt 1995; Ntare *et al.* 2008). Kandungan Ca pada biji yang rendah menyebabkan rendahnya kemampuan berkecambah (Tillman 2010).

Kahat unsur Ca ditandai dengan adanya bintik-bintik coklat atau hitam pada permukaan bawah daun, dan bila kekahatan berlanjut terjadi nekrosis (bagian daun yang mengering) pada permukaan bawah maupun atas daun (Gambar 9) sehingga daun menjadi berwarna coklat. Pada kondisi kekahatan yang parah menyebabkan ujung akar dan pucuk tanaman mati. Kekurangan Ca juga menyebabkan tanaman banyak membentuk ginofor tetapi bijinya tidak berkembang (Gambar 10 dan 11). Kahat Ca umum terjadi pada tanah bertekstur pasir, tanah masam, tanah dengan kejenuhan basa rendah dan Aluminium dapat ditukar (Al-dd) tinggi.



Gambar 9. Gejala kahat Ca pada daun kacang tanah, bintik-bintik hitam pada daun (foto: Taufiq, Balitkabi).



Gambar 10. Kahat Ca pada tanaman kacang tanah, ginofor banyak tapi tidak berkembang sempurna (foto: Courtesy H. Harris).



Gambar 11. Kahat Ca pada tanaman kacang tanah, biji tidak berkembang sempurna (foto: D. Jordan, NC State Univ).

Kahat Sulfur (S)

Sulfur (S) merupakan salah satu unsur esensial yang terlibat dalam proses sintesis protein, juga berperan dalam mengurangi serangan penyakit. Kebutuhan hara S pada tanaman penghasil minyak (*oilseed crop*) seperti kacang tanah, lebih tinggi daripada tanaman sereal. Jumlah S yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu ton biji sekitar 4 kg S untuk sereal, 8 kg S untuk tanaman legum, dan 12 kg S untuk tanaman penghasil minyak (Kanwar dan Mudahar 1984; Jamal *et al.* 2010). Kacang tanah sangat respons terhadap pemupukan S (Taufiq dan Sudaryono 1998; Chaubey *et al.* 2000; Rao *et al.* 2013).

Pemupukan S menurunkan frekuensi tanaman klorosis 28–57% (Taufiq dan Sudaryono 1998; Taufiq *et al.* 2001).

Kahat S dicirikan oleh pertumbuhan tanaman kerdil dan klorosis pada daun (Gambar 12 dan 13). Pada kekahatan yang parah semua daun menguning yang dimulai dari daun bawah, seringkali daun muda menunjukkan klorosis yang lebih jelas. Gejala kahat S seringkali berasosiasi dengan kahat Fe (besi) karena kahat S dan Fe umumnya terjadi pada tanah berkapur, tanah Vertisol (Gambar 14), dan tanah-tanah yang mempunyai pH tinggi. Pada tanah yang mempunyai pH >7, SO_4 bereaksi dengan Ca membentuk CaSO_4 yang mengendap.



Gambar 12. Gejala kahat S pada kacang tanah (foto Taufiq, Balitkabi).



Gambar 13. Kahat S berasosiasi dengan kahat Fe pada kacang tanah di lahan kering Tuban dengan pH 8,4 (foto Taufiq, Balitkabi).



Gambar 14. Kahat S pada kacang tanah yang ditanam pada tanah Vertisol asal Ngawi dengan pH 7,5, daun muda menunjukkan klorosis yang lebih parah (foto Taufiq, Balitkabi).



Kahat Mangan (Mn)

Kahat Mn ditandai adanya klorosis di antara tulang daun. Klorosis dimulai pada daun muda (Gambar 15). Gejala kahat Mn mirip dengan kahat besi (Fe), hanya saja klorosis akibat kahat Fe warnanya lebih mencolok. Kahat Mn biasanya terjadi pada tanah dengan pH tinggi atau tanah yang banyak mengandung kapur.



Gambar 15. Gejala kahat Mn, klorosis antartulang daun
(foto: Courtesy H. Harris).

Kahat besi (Fe)

Kacang tanah yang ditanam pada tanah dengan pH tinggi sering menunjukkan klorosis akibat kekurangan Fe. Kacang tanah lebih sensitif terhadap kekahatan Fe dibandingkan kedelai dan jagung (Zaharieva 1986). Gejala klorosis pada tanah dengan pH tinggi atau mengandung kapur tinggi semakin banyak terjadi pada sentra produksi kacang tanah di Indonesia, pada umumnya mulai muncul pada umur 10–15 hari, dan kadang antara umur 30 hari hingga 60 hari. Fase awal pembentukan polong (umur 45–50 hari) merupakan fase kritis terhadap klorosis (Kasno *et al.* 1995). Klorosis yang terjadi hingga tanaman berumur 50–60 hari berkorelasi negatif dengan hasil polong (Taufiq dan Purnomo 1999, Zuo dan Zhang 2008). Pengujian di rumah kaca terhadap tanah Alfisol dari 16 lokasi di Jawa Timur dan 14 lokasi di Jawa Tengah menunjukkan bahwa intensitas klorosis yang cukup tinggi dan produktivitasnya rendah terjadi pada tanah dengan pH 7,8–8,3 dan DTPA-Fe 2,4–7,93 $\mu\text{g Fe/g}$ (Taufiq dan Sudaryono 1998).

Klorosis akibat kahat Fe terutama disebabkan inaktivasi Fe dalam tanaman sehingga menghambat translokasinya (Chen dan Barak 1982), atau tidak efisiennya penggunaan Fe dalam daun (Ohwaki dan Sugahara 1993). Inaktivasi Fe dalam tanaman dapat disebabkan oleh adanya ion bikarbonat (van Diest 1971), dan unsur P, Zn, Cu dan Mn yang berlebihan dalam tanaman (Zaharieva 1986; Gunton 1989; Ladouceur *et al.* 2008). Genotipe yang toleran mempunyai kemampuan mereduksi Fe lebih tinggi dengan cara akar melepaskan ion H lebih banyak, dan kemampuan ini berkorelasi dengan tingkat klorosis (Gao dan Shi 2007).

Kahat Fe ditandai adanya klorosis antartulang daun, dimulai pada daun muda (Gambar 16). Pada kondisi yang parah, klorosis terjadi hampir pada semua daun, dan bahkan daun berwarna putih (Gambar 17). Kahat Fe umumnya terjadi pada tanah berkapur, tanah dengan pH >7,4 (Gambar 18), dan tanah yang kondisi drainasenya sangat buruk.

Ketersediaan Fe dipengaruhi pH tanah, kandungan CaCO_3 , aerasi dan kandungan air tanah, bahan organik, dan kapasitas tukar kation tanah. Unsur hara Ca, Mg, Mn, Cu, dan Zn bersifat antagonis terhadap unsur Fe. Semakin tinggi kandungan CaCO_3 tanah, peluang terjadinya kekahatan Fe makin tinggi. Tanaman yang mengalami gejala klorosis produktivitasnya rendah, dan bahkan tidak menghasilkan. Gejala klorosis mulai muncul

pada umur 10–15 hari, dan bila klorosis berlanjut hingga tanaman berumur 60 hari maka akan terjadi penurunan hasil.



Gambar 16. Gejala kahat Fe pada kacang tanah pada lahan kering Alfisol Tuban, klorosis di antara tulang daun (kiri) dan tanaman yang sehat (kanan) (foto Taufiq, Balitkabi).



Gambar 17. Gejala kahat Fe yang parah, daun berwarna putih (foto Taufiq, Balitkabi).



Gambar 18. Pada pH 7,4 atau lebih, kacang tanah menunjukkan klorosis akibat kahat Fe (foto Taufiq, Balitkabi).

Kahat Seng (Zn)

Unsur Zn berperan sebagai aktivator beberapa enzim pada tanaman dan biosintesis senyawa pertumbuhan seperti auksin. Unsur Zn berperan pada enam kelas enzim yaitu oksidoreduktase, transferase, hidrolase, liase, isomerase dan ligase (Auld 2001), diperlukan dalam sintesis klorofil, fungsi polen, pembuahan, dan perkecambahan (Kaya dan Higgs 2002; Pandey *et al.* 2006; Cakmak 2008). Kekahatan Zn menurunkan hasil kacang tanah hingga 40% (Arunachalam *et al.* 2013).

Gejala kahat Zn seringkali berasosiasi dengan kahat Fe, dan gejalanya mirip gejala kahat Fe. Perbedaannya, klorosis akibat kahat Fe terjadi pada daun muda, sedangkan kahat Zn umumnya pada daun tengah ke bawah dan klorosis lebih nampak pada tepi daun (Gambar 19). Kahat Zn umumnya terjadi pada tanah dengan pH tinggi (alkalin), kandungan bahan organik rendah, kandungan P tinggi.



Gambar 19. Gejala kahat Zn pada kacang tanah (Foto JP. Lily NC State Univ).

Keracunan Aluminum (Al)

Gejala keracunan Al pada daun adalah adanya bercak-bercak klorosis di antara tulang daun yang diawali pada daun muda, tetapi tulang daun tetap hijau. Pada gejala yang parah tanaman kerdil dan daun berbentuk seperti mangkuk, tepi daun mengering (Gambar 20). Keracunan Al dapat terjadi sejak tanaman muda. Keracunan Al sering terjadi pada tanah masam dengan kejenuhan Al tinggi dan kejenuhan basa rendah (Gambar 21).



Gambar 20. Tanaman yang keracunan Al, tepi daun klorosis dan kemudian mengering (foto: Trustinah, Balitkabi).



Gambar 21. Pertumbuhan kacang tanah sangat terhambat pada tanah masam Jasinga Jawa Barat dengan pH rendah dan Al tinggi (foto: Trustinah, Balitkabi).

Keracunan Mangan (Mn)

Gejala awal keracunan unsur Mn ditandai adanya warna putih pada tepi daun, kemudian berkembang menjadi berwarna coklat dan akhirnya nekrosis (gejala mengering) (Gambar 22). Gejala yang sering ditemui juga bintik-bintik nekrosis pada daun muda yang diikuti dengan keriting seperti terserang virus, pertumbuhan tunas terganggu sehingga pertumbuhan daun baru terhambat.



Gambar 22. Tanaman kacang tanah yang keracunan unsur Mn (foto: Taufiq, Balitkabi).

Keracunan Seng (Zn)

Kacang tanah sangat peka terhadap keracunan Zn. Keracunan Zn biasanya terjadi pada tanah masam. Keracunan Zn terjadi bila konsentrasi Zn dalam tajuk >240 mg/kg dengan nisbah Ca:Zn <35 , dan keracunan Zn menyebabkan penurunan biomas batang lebih tinggi dibandingkan biomas daun (Davis dan Parker 1993). Gejala yang timbul adalah klorosis pada daun, diikuti dengan nekrosis pada tepi daun (Gambar 23), tanaman tumbuh kerdil, dan batang yang terbelah (Gambar 24).



Gambar 23. Gejala tanaman kacang tanah yang keracunan Zn (Foto JP. Lily NC State Univ).



Gambar 24. Gejala tanaman kacang tanah yang keracunan Zn, batang terbelah (Foto D. Jordan NC State Univ).

Identifikasi Tidak Langsung

Kekahatan unsur hara kadang tidak menampilkan gejala karena masih dapat ditolerir oleh tanaman, atau gejalanya kompleks karena unsur hara yang kahat lebih dari satu. Kekahatan unsur hara juga tidak selalu disebabkan oleh rendahnya ketersediaan unsur hara, tetapi oleh faktor lain yang menyebabkan unsur hara tidak dapat diserap oleh tanaman. Jika tanah kekurangan satu unsur atau jumlahnya tidak mencukupi maka pertumbuhan tanaman akan terhambat (Mengel *et al.* 2001). Oleh karena itu diperlukan identifikasi secara tidak langsung melalui analisis tanah dan/atau tanaman. Hasil analisis dapat digunakan untuk menilai status dan kebutuhan hara bagi tanaman (Uchida 2000). Hal yang mendasar dari analisis tanah dan tanaman adalah pengambilan contoh dan interpre-

tasi hasil analisis. Pengambilan contoh yang baik dapat dipelajari dari buku-buku yang berkaitan dengan teknik sampling tanah dan tanaman.

Interpretasi hasil analisis merupakan tahapan yang sangat penting. Pada tahapan ini, suatu hasil analisis akan dinilai apakah termasuk rendah, cukup, atau tinggi. Klasifikasi tersebut penting untuk pendugaan apakah pemupukan perlu dilakukan atau tidak. Suatu unsur hara berstatus rendah, maka tanaman berpeluang besar untuk respons terhadap pemupukan (Tabel 7). Batasan nilai rendah, cukup, atau tinggi dari suatu unsur hara beragam antarjenis tanah dan metode analisis, jenis dan umur tanaman, serta bagian tanaman yang dianalisis. Oleh karena itu diperlukan nilai acuan agar hasil analisis dapat diinterpretasikan dengan benar.

Tabel 7. Status unsur hara P dan K serta peluang tanaman respons terhadap pemupukan P dan K.

Hasil uji tanah unsur P dan K	Peluang respons (%)
Rendah	95–100
Sedang	65–95
Tinggi	30–65
Sangat tinggi	10–30

Sumber: PPI (1995).

Banyak negara, seperti Australia, Rusia, negara-negara bagian di Amerika Serikat, Canada, dan India telah mempunyai acuan standar untuk penilaian hasil analisis bagi komoditas utama yang dikembangkan, sebagai pedoman untuk pengelolaan pemupukan. Di Indonesia, baru komoditas padi lahan sawah yang sudah mempunyai acuan yang sudah diuji meskipun terbatas pada beberapa unsur makro (N, P, K). Penetapan nilai acuan untuk agroekologi dan komoditas yang beragam yang ada di Indonesia sudah seharusnya diupayakan.

Berdasar nilai batas kritis dan respons tanaman kacang tanah terhadap unsur hara dari berbagai pustaka (Tabel 8), terdapat keragaman nilai. Keragaman ini dapat disebabkan oleh perbedaan metode analisis dan jenis tanah. Klasifikasi yang umum digunakan adalah batas kritis. Batas kritis didefinisikan sebagai kandungan hara dimana tanaman mengalami penurunan hasil sebesar 10% dari hasil tertinggi yang dicapai, dan bila di atas nilai batas kritis berarti berpeluang tidak respons terhadap pemupukan. Batas kritis unsur hara dalam tanah pada hakekatnya menggambarkan kebutuhan tanaman akan unsur hara yang berada di daerah perakaran. Sebagai contoh, misalnya diperoleh batas kritis 2,5–3,5, maka bila hasil analisis <2,5 berarti “rendah” dan bila >3,5 berarti “tinggi”. Dari hasil pengujian lapang yang dilakukan di India untuk beberapa tanaman legum (termasuk kacang tanah) didapatkan nilai batas kritis kandungan unsur hara dalam tanah berdasarkan produktivitas tanaman riil (Tabel 9).

Tabel 8. Penilaian status unsur hara dalam tanah untuk kacang tanah dari berbagai sumber pustaka.

Unsur	Satuan	Metode	Nilai	Keterangan	Pustaka
N	%	Kjeldahl	0,06–0,1	Respons pupuk N	Rahmianna dan Adisarwanto (1991)
P	ppm P	Bray-I	≤2,5–3,5	Respons P	Chapman (1963)
		Mehlich 3	< 30	Batas kritis	Jones dan Piha (1989)
		Bray 1	3,97; 3,97–7,85; >7,85	Rendah; Sedang;	Wijanarko dan Taufiq (2008)
		Bray 1	2,49–3,49	Batas kritis	Fegeria (2009)
		Olsen	7,29–8,20	Batas kritis	Fegeria (2009)
		Bray 2	<8,73; 8,73–13,53;	Rendah; Sedang;	Wijanarko dan Taufiq (2008)
		Olsen	7,3–7,9	Batas kritis	Bell (1985)
K	me/100 g	1 N NH4-asetat, pH	0,2–0,3	Batas kritis	Landon (1984)
Ca	mg/kg	Mehlich-1	150–250	Batas kritis	Howe <i>et al.</i> (2012)
	me/100 g	1 N NH4-asetat, pH 7,0	3,2	Cukup	Chapman (1963)
			1 (zona akar)	Batas kritis	Dayal <i>et al.</i> (1987)
Mg	me/100 g	1 N NH4-asetat, pH 7,0	0,5–1,0	Cukup	Chapman (1963)
			<0,6	Respons Mg	Taufiq dan Sudaryono (1998)
S	ppm SO ₄	1N NH4-asetat pH 4,8	<10–14	Kahat	Wainwright (1984)
			8–30	Batas kritis	Tandon (1989)
			10 (pH<7); 20 (pH>7)	Respons S	Taufiq dan Sudaryono (1998)
Mn	mg/kg	DTPA	2,0	Batas kritis	Katyal dan Ratan (2003); Katyal <i>et al.</i> (2004); Tandon
Fe	mg/kg	DTPA	2,5–4,5	Batas kritis	Koshino (1994)
			4	Batas kritis	Osotsapar (2001)
B	mg/kg	DTPA	<0,14	Batas kritis	Osotsapar (2001)
			0,5	Batas kritis	Katyal dan Ratan (2003); Katyal <i>et al.</i> (2004)
		Air panas	0,5–0,6	Cukup	Tariq dan Mott (2007)
Cu	mg/kg	DTPA	0,2	Batas kritis	Katyal dan Ratan (2003); Katyal <i>et al.</i> (2004)
Zn	mg/kg	DTPA	0,5–0,6	Batas kritis	Katyal <i>et al.</i> (2004)
		Mehlich 1	15–20	Cukup	Davis <i>et al.</i> (1995)
Mo	mg/kg	DTPA	0,2	Batas kritis	Katyal dan Ratan (2003); Katyal <i>et al.</i> (2004)

Tabel 9. Batas kritis unsur hara dalam tanah untuk tanaman legum di India, termasuk tanaman kacang tanah.

Unsur hara	Metode ekstraksi	Nilai kritis unsur (mg/kg)
P	Olsen	5
K	Amonium asetat	50 ¹⁾
S	CaCl ₂	8–10
B	Air panas	0,58
Zn	DTPA	0,75

Sumber: Sahrawat dan Wani (2013); ¹⁾50 mg/kg sekitar 0,13 me/100 g (perhitungan penulis).

Analisis tanaman juga penting dilakukan untuk mengetahui status unsur hara yang diserap tanaman. Kandungan unsur hara dalam tanaman menggambarkan jumlah unsur yang dapat diakumulasi tanaman dalam periode tertentu. Kandungan unsur hara dalam suatu tanaman pada lingkungan yang sama beragam antarbagian tanaman, umur bagian tanaman, umur tanam, dan mungkin antarvarietas. Semakin tua umur bagian tanaman atau umur tanaman, maka unsur hara yang diakumulasi akan lebih banyak dibandingkan dengan bagian tanaman atau umur tanaman yang lebih muda (Tabel 10). Seperti halnya pada analisis tanah, interpretasi hasil analisis merupakan hal penting yang harus dilakukan. Untuk melakukan penilaian diperlukan nilai acuan agar dapat mengklafisasikan data hasil analisis. Oleh karena itu, metode analisis, sampel yang dianalisis, dan fase pertumbuhan tanaman harus disesuaikan dengan acuan yang akan digunakan.

Status unsur hara dalam tajuk tanaman pada berbagai fase pertumbuhan disajikan dalam Tabel 11. Sedangkan status unsur hara kacang tanah dalam daun muda yang terbuka sempurna (*youngest fully expanded leaves*) disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 10. Tingkat kecukupan unsur hara pada daun tanaman kacang tanah pada berbagai fase pertumbuhan.

Bagian tanaman	Fase tanaman	Unsur makro (% berat kering)						
		N	P	K	Mg	Ca	S	
Daun ke-7	Umur 40 HST	3,3–3,9	0,15–0,25	1,0–1,5	0,30	2,0	0,19–0,25	
Daun bagian atas yang sudah tua (<i>upper mature leaves</i>)	Berbunga	3,0–4,5	0,20–0,50	1,7–3,0	0,30–0,80	1,25–2,0	0,20–0,35	
		Unsur mikro (mg/kg berat kering)						
		Mn	Fe	B	Cu	Zn	Al	Mo
Daun atas atas yang sudah tua (<i>upper mature leaves</i>)	Berbunga	20–350	50–300	20–60	5–20	20–60	<200	0,1–5,0

Sumber: Gillier dan Silvestre (1969); Plank (1989).

Tabel 11. Penilaian kandungan unsur hara dalam tajuk tanaman (*shoot*) kacang tanah.

Unsur hara	Semua fase pertumbuhan	Awal fase pembentukan polong			Menjelang berbunga		
	Cukup	Rendah	Cukup	Tinggi	Rendah	Cukup	Tinggi
N (%)	3,5–4,5	<3,5	3,5–4,5	>4,5	<3,5	3,5–4,5	>4,5
P (%)	0,2–0,5	<0,2	0,2–0,35	>0,35	0,18–0,24	0,25–0,5	>0,5
K (%)	1,7–3,0	<1,7	1,7–3,0	>3,0	0,5–1,6	1,7–3,0	>3,0
Ca (%)	0,5–2,0	<1,25	1,25–1,75	>1,75	<1,25	1,25–2,0	>2,0
Mg (%)	0,3–0,8	<0,3	0,3–0,8	>0,8	<0,30	0,3–0,8	>0,8
S (%)	0,2–0,35	<0,2	0,2–0,3	>0,3	<0,2	0,2–0,35	>0,35
B (ppm)	20–60	<20	20–50	>50	20–24	25–60	>60
Cu (ppm)	5–20	<10	10–50	>50	<5	5–20	>20
Fe (ppm)	50–250	<100	100–250	>250	50–59	60–300	>300
Mn (ppm)	20–350	<100	100–350	>350	50–59	60–350	>350
Mo (ppm)	0,1–0,5	<0,1	0,1–5,0	>5,0	<0,1	0,1–0,5	>0,5
Zn (ppm)	20–60	<20	20–50	>50	20–24	25–60	>60

Diadopsi dari berbagai sumber: Mengel dan Kirkby (1978), Marschner (1986), Jones *et al.* (1991), Kasap *et al.* (1998), Campbell dan Plank (2000), Taiz dan Zeiger (2002), Jones (2003), Hazelton dan Murphy (2007), Fegeria (2009).

Tabel 12. Status hara tanaman kacang tanah pada daun muda yang terbuka sempurna (*youngest fully expanded leaves*).

Hara	Tingkat kecukupan hara				
	Sangat kahat	Kahat	Sedang	Cukup	Tinggi
N (%)	<3,2	3,2–3,7	3,8–4,1	4,2–4,5	>4,5
P (%)	<0,19	0,19–0,23	0,24–0,26	0,27–0,40	>0,40
K (%)	<0,7	0,7–1,3	1,4–1,7	2,18–2,5	>2,6
S (%)	<0,15	0,16–0,20	0,21–0,25	0,26–0,3	>0,3
Mg (%)	<0,2	0,2–0,25	0,25–0,3	0,3–0,8	–
Ca (%)	–	<1,0	1,0–1,2	1,4–2,0	–
B (mg/kg)	<13	13–23	24–30	30–50	>50
Mo (mg/kg)	<0,02	0,02–0,05	0,05–0,13	0,13–1,0	>1,0
Cu (mg/kg)	<1,3	1,3–1,7	1,8–2,1	2,2–5,0	>5,0
Mn (mg/kg)	–	<10	–	50–350	600–800
Zn (mg/kg)	<12	15–18	18–20	20–50	>200
Fe (mg/kg)	<25	25–35	35–50	50–300	–

Sumber: Bell *et al.* (1990); Reuter dan Robinson (1986).

Zharare *et al.* (2009) menguji beberapa tipe kacang tanah pada media larutan dan mendapatkan bahwa kandungan unsur Ca pada daun muda yang terbuka sempurna untuk pertumbuhan maksimum adalah <5,7–17,7 g/kg, dan kebutuhan Ca pada tipe Virginia lebih tinggi dibandingkan tipe Spanish dan Valencia. Keracunan Zn terjadi bila konsentrasi Zn dalam tajuk >240 mg/kg dengan nisbah Ca:Zn <35 (Davis dan Parker

1993). Nilai kritis P dan K dalam tajuk tanaman kacang tanah berturut-turut adalah 0,26% dan 1,6% (Cox dan Barnes 2002). Nilai kritis P dalam daun muda yang terbuka sempurna adalah 0,3% selama fase vegetatif, 0,27% dan 0,12% berturut-turut pada umur 60 dan 100 hari (Bell 1985).

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Metode analisis dan satuan yang digunakan harus sama dengan yang digunakan dalam nilai acuan. Misalnya, hasil analisis fosfor (P) kadang dinyatakan dalam ppm P, ppm P_2O_5 . Bila satuan tidak sama, maka harus dilakukan konversi satuan (Tabel 13 dan 14). Saat ini mulai dibakukan penggunaan Satuan Internasional (SI). Tentang pembakuan satuan ini antara lain dibahas oleh Reganold dan Harsh (1985).
2. Dalam hubungannya dengan respons tanaman, nilai absolut dari hasil analisis tidaklah terlalu penting tetapi pengklasifikasian dari hasil analisis tersebut yang lebih penting, seperti yang dijelaskan pada Tabel 8.

Tabel 13. Contoh konversi satuan konsentrasi.

Bentuk unsur	Non-SI (A)	Untuk konversi dari kolom (A) ke (B) dikalikan dengan	SI (B)	Cara penulisan yang dibakukan
P	ppm P	1	mg/kg P	mg kg ⁻¹ P
S	ppm SO ₄	1	mg/kg SO ₄	mg kg ⁻¹ SO ₄
K	me/100 g K	1	Cmol (K ⁺)/kg	Cmol (K ⁺) kg ⁻¹
Ca	me/100 g Ca	0,5	Cmol (Ca ²⁺)/kg	Cmol (Ca ²⁺) kg ⁻¹
Mg	me/100 g Mg	0,5	Cmol (Mg ²⁺)/kg	Cmol (Mg ²⁺) kg ⁻¹
N	%	10	g/kg	g kg ⁻¹

Tabel 14. Contoh konversi unsur ke bentuk oksida.

Bentuk unsur (A)	Untuk konversi dari kolom (A) ke (B) dikalikan dengan	Bentuk oksida (B)	Untuk konversi dari kolom (B) ke (A) dikalikan dengan
P	2,29	P ₂ O ₅	0,437
S	2,99	SO ₄	0,334
K	1,20	K ₂ O	0,830
Ca	1,39	CaO	0,715
Mg	1,66	MgO	0,602

PENUTUP

Kacang tanah di Indonesia menjadi komoditas penting karena tidak hanya sebagai bahan pangan, tetapi menjadi bahan baku industri. Produksi dan kebutuhan untuk konsumsi kacang tanah dalam lima tahun terakhir cenderung turun, meskipun demikian angka impor selalu menunjukkan peningkatan karena meningkatnya kebutuhan untuk bahan baku industri. Kacang tanah adaptif pada berbagai tingkat kesuburan sehingga kurang respons terhadap pemupukan, kecuali pada kondisi yang ekstrim seperti pada tanah masam, tanah alkalis, dan tanah yang didominasi tekstur pasir. Sifat tanaman yang demi-

kian menyebabkan minimnya input pupuk dalam budidaya kacang tanah, sehingga pengelolaan pupuk dianggap tidak penting.

Dalam 15 tahun terakhir, penelitian kacang tanah di Indonesia kurang mendapat perhatian, terutama penelitian yang berkaitan dengan masalah pengelolaan hara, akibat sumberdaya yang tercurah untuk pencapaian swasembada pangan strategis. Oleh karena itu sebagian besar sumber pustaka dalam tulisan ini banyak berasal dari hasil penelitian dari luar negeri dengan kondisi agroekologi yang sangat mungkin berbeda dengan di Indonesia.

Pada daerah sentra produksi kacang tanah di Indonesia, gejala kekurangan unsur hara tertentu sangat sering terjadi dan menjadi salah satu penyebab menurunnya produktivitas. Oleh karena itu, pengetahuan yang berkaitan dengan masalah unsur hara pada tanaman kacang tanah perlu diketahui agar masalah yang muncul di lapang dapat secara tepat diidentifikasi dan diketahui cara mengatasinya. Semoga hal-hal yang dipaparkan dalam tulisan ini memberi manfaat bagi banyak pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adu-Gyamfi J.J., K. Fujika, and S. Ogata. 1989. Phosphorus absorption and utilization efficiency of pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Mill sp.) in relation to dry matter production, and dinitrogen fixation. *Plant Soil*. 119:315–324.
- Arunachalam P., P. Kannan, G. Prabukumar, and M. Govindaraj. 2013. Zinc deficiency in Indian soils with special focus to enrich zinc in peanut. *African J. Agric. Res.* 8(50):6681–6688.
- Auld, D.S. 2001. Zinc coordination sphere in biochemical zinc sites. *Biometals*. 14:271–313.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2012. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, cetakan ke-7. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. 180 hlm.
- Barker, V.A and D.J. Pilbeam. 2007. *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press, NY. 662 pages.
- Bell, M.J. 1985. Phosphorus nutrition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) on Cockatoo Sands of the Ord River Irrigation Area. *Aus. J. of Exp. Agric.* 25(3):649–653.
- Bell, M.J., G.C. Weight and G.L. Hammer. 1992. Night temperature effect on radiations use efficiency in peanut. *Crop Sci.* 32:1329–1335.
- Bell, R.W., K.G. Plackett, and J.F. Loneragan. 1990. Diagnosis of zinc deficiency in peanut (*Arachis hypogaea* L.) by plant analysis. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 21:273–285.
- Benton, J.J. 2003. *Agronomic Handbook: Management of Crops, Soils, and Their Fertility*. CRC Press, NY. 482 pages.
- Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik Indonesia. www.bps.go.id
- Brown, P.H., Nickel. P. 2007. 395–409. In V.A. Baker and D.J. Pilbeam (eds). *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press, NY. 662 p.
- Cakmak I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*. 302:1–17.
- Campbell, C.R and C. O. Plank. 2000. Peanut. P. 23–24. In C. R. Campbell (ed). *Reference Sufficiency Ranges For Plant Analysis In The Southern Region Of The United States*. Southern Cooperative Series Bull. no. 394. 122 p.
- Chang, C.S and J.M. Sung. 2004. Nutrient uptake and yield responses of peanuts and rice to lime and fused magnesium phosphate in an acid soil. *Field Crops Res.* 89:319–325.
- Chapman, H.D. (Ed). 1963. *Diagnostic criteria for plants and soil*. Citrus Res. Centre and Agric. Exp. Stat Dept. of Soil and Plant Nutr. Univ. of California, California. 787 p.

- Chaubey A.K., S.B. Singh and M.K. Kaushik. 2000. Response of groundnut (*Arachis hypogaea*) to sources and level of sulphur fertilizer in mid-western plains of Uttar Pradesh. *Indian J. of Agron.* 45:166–169.
- Chen, Y. dan Barack P. 1982. Iron nutrition of plants in calcareous soils. *Adv. Agron.* 35:217–240.
- Cox, F.R and J. S. Barnes. 2002. Peanut, corn, and cotton critical levels for phosphorus and potassium on goldsboro soil. *Soil Sci. and Plant Anal.* 33(7 and 8):1173–1186.
- Csinos, A.S. and Gaines, T.P. 1986. Peanut pod rot complex: A geocarposphere nutrient imbalance. *Plant Disease* 68:61–65.
- Davis, J.G. and M. B. Parker. 1993. Zinc toxicity symptom development and partitioning of biomass and zinc in peanut plants. *J. of Plant Nutr.* 16(12):2353–2369.
- Davis, J.G., G. Weeks, C. K. Kvien, and W. D. Branch. 1995. Varietal tolerance of zinc toxicity in peanuts. *J. of Plant Nutr.* 18(10):2157–2178.
- Dayal, Devi, Basu M.S. and Reddy, P.S. 1987. Fertilizer use in groundnut. Pages 1–7 in *Technologies for better crops*. Tech. Bull. no. 30. New Delhi: Indian Council of Agric. Res..
- Epstein E. and A.J. Bloom. 2005. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives, 2nd ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Fegeria, N.K. 2009. *The Use of Nutrients in Crops Plants*. CRC Press, Brazil. 430 Pages.
- Gao, L and Y. Shi. 2007. Genetic Differences in Resistance to Iron Deficiency Chlorosis in Peanut. *J. of Plant Nutr.* 30(1):37–52.
- Gascho G.J., 1992. Groundnut (Peanut). in D.J. Halliday, M.E. Trenkel W. Wichmann (eds). *IFA World Fertilizer Use Manual*. International Industry Association, Paris.
- Gascho, G.J. 1996. Aglime: A low-cost alternative source of calcium for peanuts. *Better Crops* 80(1):10–27.
- Gillier, P. and P. Silvestre, 1969. Fertilization. In *L'Arachide*. G.P. Masonneuve et Larose, Paris.
- Gunton, J.L. 1989. Micronutrient limitation to nodulation and growth of tropical grain legume crops. Dept. of Primary Industries, Queensland Gov., Brisbane. 31 p.
- Hadad, M.A., Loynachan, T.E., and Musa, M.M. 1982. Inoculation trials on groundnut (*Arachis hypogaea*) in Sudan. Pages 249–256. In Graham, P.H., and Harris, S.C. (eds). *Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture*. Papers presented at a Workshop, 9–13 Mar 1981, Cali, Colombia Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Hafner, H., B.J. Ndunguru, A. Bationo and H. Marschner. 1992. Effect of nitrogen, phosphorus and molybdenum application on growth and symbiotic N₂-fixation of groundnut in an acid sandy soil in Niger. *Fert. Res.* 31:69–77.
- Halevy J. and A. Hartzook. 1988. Dry Matter Accumulation and Nutrient Uptake of High-Yielding Peanut (*Arachis Hypogaea* L.) Grown in a Sandy Soil. *Peanut Science*. Abstract. 15(1):5–8
- Havlin J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers*. 6th Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ. 499 p.
- Hazelton, P. and B. Murphy. 2007. *Interpreting Soil Test Results: What do all the numbers mean?* CSIRO Publ., Australia. 160 p.
- Hepler, P.K. 2005. Calcium: A central regulator of plant growth and development. *Plant Cell* 17:2142–2155.
- Howe, J.A., R.J. Florence, G. Harris, E. van Santen, J.P. Beasley, J.P. Bostick, and K.B. Balkcom. 2012. Effect of cultivar, irrigation, and soil calcium on runner peanut response to gypsum. *Agron. J.* 104(Issue 5):1312–1320.
- ICAR. 1987. *Fertilizer Use in Groundnut*. Pub. and Information Dev. ICAR, New Delhi-India.
- Inanaga, S., M. Utunomiya, T. Horiguchi, and T. Nishihara. 1990. Behaviour of fertilizer-N absorbed through root and fruit in peanut. *Plant and Soil* 22(1):85–89.

- Ismunadji, M. 1989. Kalium: Kebutuhan dan penggunaannya dalam pertanian (terjemahan). PPI, Canada.
- Ispandi, A dan A. Munip. 2004. Efektivitas pupuk P, K dan frekuensi pemberian pupuk K dalam meningkatkan serapan hara dan produksi kacang tanah di lahan kering Alfisol. *J. Ilmu Pertanian* 11(2):11–24.
- Jamal A., Y.S. Moon, M.Z. Abdin. 2010. Sulphur - a general overview and interaction with nitrogen. *Aust. J. of Crop Sci.* 4(7):523–529.
- Jones U.S. and Piha M.I. 1989. Evaluation of four soil test extractants for Zimbabwe soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 20:1857–1871.
- Jones, J.B. 2003. *Agaronomic Handbook: Management of crops, soils, and their fertility*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C. 450 p.
- Jones, J.B., B. wolf, and H.A. Mills, 1991. *Plant Analysis Handbook: A Practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Pub., Inc., USA. 213 pages.
- Junjittakarna, J., S. Pimratchb, S. Jogloya, W. Htoon, N. Singkhama, N. Vorasoot, B. Toom-sana, C.C. Holbrook, and A. Patanothai. 2013. Nutrient uptake of peanut genotypes under different water regimes. *Inter. J. of Plant Prod.* 7(4):677–692.
- Kanwar J.S. and M.S. Mudahar 1984. *Fertilizer Sulphur and Food Production*. Martinus/Dr. W. Junk. Publisher. Borecht/Bostin/Lancster.
- Kasap Y., Gür M. A. and Demirkiran, A. R., 1998. The effect for phosphorus fertilization on some nutrient uptake of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) plants. *J. Agric. Harran Univ.* 2(1):45–54.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni dan Trustinah, 1995. Screening for chlorotic symptoms tolerance of groundnut genotypes on calcareous soil. Pages. 77–80. *In On-farm Research for Groundnut and Pigeonpea Production Techniques in Indonesia*. MARIF/BORIF/CRIFC. 128 p.
- Katyal, J.C and R.K. Rattan. 2003. Secondary and micronutrients: Research gaps and future needs. *Fert. News* 48 (4):9–14 and 17–20.
- Katyal, J.C., R.K. Rattan, and S.P. Datta. 2004. Management of Zinc and Boron for sustainable food production in India. *Fertility News.* 49 (12) ; 83–90
- Kaya C., and D. Higgs, 2002. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* L) culture at low zinc. *Sci. Hort.* 93:53–64.
- Koshino, M. 1994. Recent development in leaf diagnosis and soil testing as a guide to crop fertilization. *Extension Bull. No. 397. FFTC.* 20 p.
- Kvien, C.S., Weaver, R.W. and Pallas, J.E. 1986. Mobilization of nitrogen-15 from vegetative to reproductive tissue of peanut. *Agron. J.* 78:954–958
- Kvien, C.X., W.D. Branch, M.E. Summer and A.S. Csinos. 1988. Pod Characteristics Influencing Calcium Concentrations in the Seed and Hull of Peanut. *Crop. Sci.* 28:666–671.
- Ladouceur, A., F. Akiha, and S. Kawai. 2008. Effect of supplied phytosiderophore on Fe absorption and translocation in Fe-deficient barley grown hydroponically in low phosphorus media. *Soil Sci. and Plant Nut.* 54:560–565.
- Landon, J.R. 1984. *Booker Tropical Soil Manual: A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics*. Longman Inc., New York. 450 p.
- LIU Fei, LI Lin, LIU Deng-wang, Z. Dong-sheng, X. Lang-tao, W. Ruo-zhong, Z. Xu-dong, Z. Wei, and Q. Guo-dong. 2007. Effect of waterlogging on growth and agronomic trait of different peanut varieties. *J. of Peanut Sci.* 04:407–415.
- Loganathan S., and K.K. Krishnamoorthy. 1977. Total Uptake of Nutrients at Different Stages of the Growth of Groundnut and The Ratios in Which Various Nutrient Elements Exist in Groundnut Plant. *Plant and Soil* 46:565–570.
- Maathuis F.J.M., 2009. Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biol.* 12:250–258.

- Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition in Higher Plants. Acad. Press Inc, London Ltd. 674 p.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed. Acad. Press, London, UK.
- Meena S., M. Malarkodi and P. Senthilvalavan. 2007. Secondary and Micronutrients for Groundnut – A Review. *Agric. Rev.*28(4):295–300.
- Mengel, K and E.A. Kirkby. 1978. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Switzerland. 593 p.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H., Appel, T. 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Pub., Dordrecht, The Netherlands.
- Nambiar P.T.C. 1990. Nitrogen nutrition of groundnut in Alfisols. Information Bull. no. 30. Inter. Crops Res. Inst. for the Semi-Arid Tropics. Patancheru, A.P. 502 324, India.
- Ntare B.R., A.T. Diallo, A.T. Ndjeunga and F. Waliyar. 2008. Groundnut Seed Production Manual. Program Inter. Crops Inst. for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Andra Pradesh. India.
- Ohwaki, Y., dan K. Sugahara. 1993, Genotypical differences in responses to iron deficiency between sensitive and resistant cultivars of chickpea (*Cicer arietinum*). P. 701–704. In N.J. Barrow (ed.). Plant Nutrition – from Genetic Engineering to Field Practice. Kluwer Academic Pub., The Netherlands.
- Osotsapar Y., 2001. Micronutrients in Crop Production in Thailand. Department of Soil Faculty of Agriculture. Kasetsart University. Thailand.
- Pandey N., G.C. Pathak and C.P. Sharma. 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. *J. of Trace Elements in Med. and Biol.* 20:89–96.
- Plank, C.O. 1989. Plant analysis handbook for Georgia. Georgia Cooperative Extension Service. Univ. of Georgia, Athens. GA.
- Potash and Phosphate Institute. 1995. International soil fertility manual. Potash and Phosphate Institute, USA. 114 p.
- Purwaningsih, Ch. E. 2011. Pengaruh pemberian kompos blotong, legin, dan mikoriza terhadap serapan hara N dan P tanaman kacang tanah. *Widya Warta* 02:55–68.
- Pusdatin. 2012. Statistik Konsumsi Pangan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Sekjen Kemtan, Jakarta. 86 hlm.
- Rahmianna, A.A, dan T. Adisarwanto, 1991. Telaah kendala hasil kacang tanah. Hlm. 21–26. Dalam T. Adisarwanto *et al.* (eds). *Risalah Pen. Kacang Tanah di Kab. Tuban*. Balittan Malang.
- Raja, L. 2013. Respon Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah Terhadap Bahan Oorganik *Tithonia diversifolia* dan Pupuk SP–36. *Agroteknologi* 1(3):725–731.
- Ramage, C. M. and R.R Williams. 2002. Mineral nutrition and plant morphogenesis. *In Vitro Cellular & Dev. Biol.* 38(2):116–124.
- Rao K.T., A.U. Rao and D. Sekhar. 2013. Effect of Sources and Levels of Sulphur on Groundnut. *J. of Academia and Industrial Res.* 5:268–270.
- Rao, S. S and M. S. Shaktawat. 2005. Effect of organic manure, phosphorus and gypsum on nutrient uptake in groundnut. *Agropedology* 15(2):100–106.
- Reuter D.J. and Robinson J.B. 1986. Plant Analysis: An Interpretation Manual. Inkata Press Pty Ltd., Victoria, Australia. 218 p.
- Sahrawat, K.L and S. P. Wani. 2013. Soil Testing as a Tool for On-Farm Fertility Management: Experience from the Semi-arid Zone of India. *Soil Sci. and Plant Anal.* 44(6):1011–1032.
- Singh F. and D. L. Oswalt. 1995. Groundnut Production Practices. Skill Development series No. 3. ICRSAT Training and Fellowship.
- Snyder, G.H., V.V. Matichenkov, and L.E. Datnoff. 2007. Silicon. P. 551–596. In Barker, V.A and D.J. Pilbeam (eds). *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press, NY. 662 p.
- Straten, M. van der., W.G Keltjens, A.C Okoboi, and E. Westphal. 1995. The calcium nutrition of bambara groundnut (*Vigna subterranea* L). *Plant and Soil* 176:229–234.

- Sumarno and M. Muchlish Adie. 1995. Overview groundnut on-farm research in Indonesia. pp. 111. In T. Adisarwanto, N. Saleh and Sumarno (eds). On-Farm Research for Groundnut and Pigeonpea Production Technique in Indonesia. Collaborative Res. CRIFC and CLAN/ICRISAT. MARIF, Malang. 130 p.
- Sutarto, Ig.V., Sri Hutami dan Y. Supriyati. 1987. Pengaruh pengapuran dan pemupukan terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah. J. Penel. Pert. 7(1):25–28.
- Sutiyorini, S dan B. Waryanto. 2012. Statistik Pertanian. Pusat Data dan Sistem Informasi Petanian, Kementerian Pertanian RI, Jakarta. 306 hlm.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. 3rd ed. Sinauer Associates Pub., 690 p.
- Tandon H.L.S. 1999. Methods of Analysis of Soils, Plants, Water and Fertilizers. Fert. Dev. and Consultation Org. New Delhi. India. 144 pp.
- Tandon, H.L.S. 1989. Sulphur deficiencies in soils and crops: Their significance and management. p. 1–21. In H.L.S. Tandon (ed). Sulphur Fertilizers for Indian Agriculture – A Guide Book. Fert. Dev. and Consultation Org., New Delhi, India.
- Tariq, M and C.J.B Mott. 2007. The significant of Boron in plant nutrition and environment. J. of Agron. 6(1):1–10.
- Taufiq, A dan J. Purnomo, 1999. Evaluation of ICRISAT groundnut genotype tolerant to iron chlorosis. In A.A. Rahmianna *et al.* (eds). Improving Yield Productivity and Stability of Legumes and Cereals. Rilet Special Ed. No. 14:28–35.
- Taufiq, A. dan Sudaryono, 1998. Pengaruh pemupukan Sulfur dan bahan organik terhadap hasil kacang tanah pada Alfisol ber-pH tinggi. J. Pen. Pert. Tan. Pangan 17(1):76–82.
- Taufiq, A., B. Radjagukguk, dan A. Syukur. 2001. Gejala klorosis pada kacang tanah (*Arachis hypogaea*) pada Alfisol kapuran dan upaya mengatasinya. Agrosains 14(3):297–312.
- Tillman, B.L., M.W. Gomillion, G. Person, and C.L. Mackowia. 2010. Variation in Response to Calcium Fertilization among Four Runner-Type Peanut Cultivars. Agron. J. 102(2):469–474.
- Tucker R. 1999. Essential Plant Nutrients: their presence in North Carolina soils and role in plant nutrition.
- Uchida, R. 2000. Essential Nutrients for Plant Growth: Nutrient Functions and Deficiency Symptoms. In J. A. Silva and R. Uchida (eds). Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. College of Tropical Agric. and Human Res., Univ. of Hawaii. Manoa.
- Van Diest, A. 1971. Soil Fertility I. Lecture notes MSc. Course Soil Science and Water Management. Agric. Univ. Wageningen, The Netherlands. 108 p.
- Wainwright, M. 1984. Sulfur oxidation in soils. Adv. Agron. 37:349–396.
- Walker M.E. 1975. Calcium requirements for peanuts: Comm. in Soil Sci. and Plant Anal. 6:299–313.
- Waraich, E.A., R. Ahmad, Saifullah, M.Y. Ashraf, and Ehsanullah. 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. Australian J. of Crops Sci. 5(6):764–777.
- Weiss, E.A. 1983. Oilseed Crops. First edition. Longman, Landon. 660 p.
- Wijanarko, A dan A. Taufiq. 2008. Kalibrasi P pada tanaman kacang tanah di tanah Ultisol. J. Agrivigor, Fak. Pertanian, Univ. Hasanuddin 7(3):272–281.
- Zaharieva, T. 1986. Comparative studies of iron inefficient plant species with plant analysis. J. of Plant Nutr. 30(1):939–946.
- Zharare, G.E., C. J. Asher, and F. P. C. Blamey. 2009. Calcium nutrition of peanut grown in solution culture. I. Genetic variation in Ca requirements for vegetative growth. J. of Plant Nutr. 32(11):1831–1842.
- Zuo, Y and F. Zhang. 2008. Effect of peanut mixcropping with gramineous species on micro-nutrients concentrations and iron chlorosis of peanut plants grown on calcareous soil. Plant Soil. 306:23–36.

PENGELOLAAN AIR PADA KACANG TANAH

Arief Harsono

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Keberagaman penggunaan kacang tanah mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga bahan baku industri, menyebabkan kebutuhan kacang tanah di Indonesia setiap tahun meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Konsumsi kacang tanah di Indonesia tahun 2013 mencapai 4,2 kg per kapita per tahun, sehingga dengan jumlah penduduk yang mencapai sekitar 250 juta jiwa, diperlukan kacang tanah sekitar satu juta ton per tahun. Sementara itu produksi dalam negeri hanya mencapai 700 ribu ton per tahun (BPS 2014), sehingga untuk mencukupi kebutuhan kacang tanah dalam negeri masih diperlukan impor sekitar 300 ribu ton per tahun. Untuk mencapai swasembada kacang tanah, sebenarnya tidak terlalu berat dibanding kedelai, tetapi luas panen kacang tanah secara nasional cenderung turun. Pada tahun 2008, luas panen kacang tanah di Indonesia mencapai 634 ribu ha dengan produktivitas 1,25 t/ha polong kering, pada tahun 2013 luas panen kacang tanah turun menjadi 519 ribu ha dengan produktivitas 1,35 t/ha polong kering. Produktivitas tersebut, masih di bawah potensi hasil genetik varietas unggul yang dapat mencapai lebih dari 3,0 t/ha polong kering (Balitbangtan 2012).

Usahatani kacang tanah sering tidak memberi keuntungan maksimal karena kacang tanah umumnya hanya ditanam sebagai tanaman sekunder yang diusahakan setelah tanaman utama dipanen. Harsono *et al.* (2005) melaporkan bahwa kacang tanah di Indonesia sebagian besar (sekitar 70%) ditanam di lahan kering dan sisanya (sekitar 30%) ditanam di lahan sawah. Di lahan kering, kacang tanah sebagian besar ditanam pada akhir musim hujan mengikuti polatanam jagung–kacang tanah, atau padi gogo–kacang tanah, bahkan banyak pula yang ditanam tumpangsari dengan jagung atau ubi kayu. Di lahan sawah, kacang tanah umumnya ditanam pada musim kemarau sesudah panen padi dengan polatanam padi–padi–kacang tanah untuk sawah beririgasi teknis, dan padi–kacang tanah untuk sawah beririgasi terbatas. Namun usahatani kacang tanah di lahan sawah kini mulai kalah bersaing dengan jagung, karena jagung mampu memberikan keuntungan lebih besar. Penerapan polatanam di lahan kering dan lahan sawah tersebut, menyebabkan tanaman kacang tanah rentan mengalami cekaman kekeringan. Kehilangan hasil kacang tanah akibat cekaman kekeringan dilaporkan Harsono *et al.* (2006) dapat mencapai 20–80% bergantung pada intensitas cekaman, lama cekaman, dan fase pertumbuhan tanaman saat terjadi cekaman kekeringan.

Di Indonesia, kacang tanah berpengairan cukup dan kekeringan sedang mampu memberikan hasil 2,0 t/ha dan 1,3 t/ha polong kering (Harsono *et al.* 2005). Dengan luas panen sekitar 519 ribu ha (BPS 2014), maka kehilangan hasil akibat cekaman kekeringan dapat mencapai 363 ribu ton. Sehubungan dengan hal tersebut, tulisan ini membahas kebutuhan air, dampak cekaman kekeringan dan pengelolaan air pada budi daya kacang tanah untuk mendapat hasil yang optimal.

KEBUTUHAN AIR DAN PERIODE KRITIS KACANG TANAH

Air merupakan penyusun utama tumbuhan yang disimpan di dalam vakuola sel, berfungsi antara lain sebagai pelarut, media tempat reaksi-reaksi biokimia berlangsung,

pengatur pengembangan jaringan, dan penting untuk proses fisiologi seperti pembelahan sel, respirasi dan fotosintesis (Galston *et al.* 1980; Levitt 1980). Oleh karena itu pertumbuhan tanaman secara langsung dikendalikan oleh status air yang terkandung dalam tanaman dan secara tidak langsung juga dikendalikan oleh status air yang tersedia dalam tanah. Mengingat pentingnya peranan air seperti diuraikan di atas, maka ketersediaan air yang proporsional merupakan syarat penting dalam keberhasilan usahatani kacang tanah. Di lahan sawah beririgasi teknis, kebutuhan air pada budidaya kacang tanah umumnya tidak ada masalah, hanya bagaimana menggunakan air secara efisien agar tanaman dapat tumbuh dan memberikan hasil optimal. Namun di lahan sawah berpengairan terbatas dan di lahan kering, kacang tanah sering mengalami cekaman kekeringan yang dapat menghambat pertumbuhan hingga menyebabkan gagal panen. Kekurangan air didalam tubuh tanaman, terjadi karena kehilangan air melalui transpirasi lebih besar daripada penyerapan oleh tanaman (Harsono *et al.* 2005). Penurunan kandungan air dalam jaringan tanaman akan menyebabkan tanaman layu dan menurunkan berbagai proses fisiologi dan metabolisme tanaman.

Beberapa peneliti melaporkan bahwa kebutuhan air dalam usahatani kacang tanah berkisar antara 250 hingga 800 mm bergantung pada kondisi iklim, teknik budidaya yang diterapkan dan varietas yang ditanam (Tabel 1). Harsono dan Karsono (1999) melaporkan untuk mencapai hasil optimal di tanah Alfisol beriklim D3, kacang tanah monokultur memerlukan air 372 mm dan tumpangsari dengan jagung memerlukan air 700 mm. Tindakan agronomis seperti jarak tanam, pengolahan tanah, pemupukan dan cara pengairan mempengaruhi jumlah penggunaan air oleh tanaman. Varietas berumur panjang akan menggunakan air lebih banyak dibanding varietas berumur pendek, dan varietas toleran kekeringan menggunakan air lebih efisien dibanding varietas rentan kekeringan (Harsono *et al.* 2005 dan 2007).

Tabel 1. Total penggunaan air selama pertumbuhan tanaman kacang tanah.

Peneliti	Penggunaan air (mm)	Keterangan
Angus <i>et al.</i> (1983)	250	Tadah hujan
Kassam <i>et al.</i> (1978)	342	Tadah hujan
Harsono dan Karsono (1999)	372 700	Kacang tanah monokultur Kacang tanah tumpangsari dengan jagung
Reddy <i>et al.</i> (1988)	560	Irigasi
Rao <i>et al.</i> (1985)	807–831	Irigasi tiap 7–10 hari

Kebutuhan air kacang tanah pada awal periode pertumbuhan sedikit, kemudian meningkat hingga kanopi daun berkembang dan menutup sempurna, selanjutnya berkurang hingga menjelang panen (Stansell *et al.* dalam Boote *et al.* 1982). Beberapa peneliti melaporkan periode sensitif kacang tanah terhadap kekeringan terdapat pada awal periode vegetatif, fase berbunga dan masuknya ginofor ke dalam tanah, serta fase pengisian polong. Serapan air pada bulan pertama lebih kecil dibandingkan bulan kedua pertumbuhan tanaman, ini menerangkan mengapa pada awal pertumbuhan tanaman kurang sensitif terhadap pengaruh kekeringan. Pada fase puncak berbunga tanaman membutuhkan air lebih banyak. Namun, periode pembentukan polong merupakan periode paling sensitif terhadap kekurangan air (Boote *et al.* 1982; Pahalwan dan Tripathi 1984; Wright

et al. 1986, Kari dan Nuralini 1993). Harsono *et al.* (2007) melaporkan bahwa kekurangan air (sekitar 60% kapasitas lapang) pada periode reproduktif sejak fase tumbuh R2 (berbunga) hingga R8 (masak fisiologis) menyebabkan penurunan hasil paling besar (sekitar 40%), diikuti kekeringan pada pengisian polong (fase tumbuh R2) hingga fase mulai pengisian polong (fase tumbuh R5) 30%, dan fase pertumbuhan R5–R8 sebesar 17%.

DAMPAK KEKERINGAN PADA KACANG TANAH

Seperti dilaporkan di muka, bahwa 70% kacang tanah di Indonesia diusahakan di lahan kering pada musim tanam marengan (akhir musim hujan), oleh karena itu cekaman kekeringan menjadi salah satu penyebab utama tanaman tidak mencapai hasil optimal. Secara teoritis, tanaman akan mengalami cekaman kekeringan apabila ketersediaan air di dalam tanah tidak cukup atau tidak dapat diserap dengan baik oleh tanaman, sehingga kehilangan air melalui transpirasi lebih besar dibanding penyerapan oleh akar. Kekeringan, secara umum mengakibatkan dehidrasi dan penurunan tekanan turgor sel pada tanaman. Hal ini akan merangsang penutupan stomata sehingga difusi CO₂ dan aktivitas fotosintesis terhambat (Levitt 1980). Menurut Mubiyanto (1997), kekeringan sebelum berpengaruh pada fotosintesis, terlebih dahulu mempengaruhi daya hantar stomata melewati gas-gas terutama uap air dan CO₂. Pada kondisi kekeringan berat, stomata akan menutup karena akumulasi Asam Absisat (ABA) dan interaksinya dengan cahaya tinggi. Menurut Salisbury dan Ross (1992) akar yang mengalami cekaman kekeringan akan membentuk ABA lebih banyak dan diangkut melalui xilem menuju daun untuk menutup stomata, yaitu dengan cara menghambat pompa proton yang kerjanya bergantung pada Adenosine Tri Phosphate (ATP) dan membran plasma sel penjaga.

Aktivitas fotosintesis dan respirasi tanaman menurut Levitt (1980) tidak berubah pada potensial air daun nol hingga beberapa di bawahnya, tetapi penurunan potensial air yang lebih besar menyebabkan penurunan fotosintesis dan respirasi cukup tajam. Fotosintesis dan respirasi daun tomat pada kisaran potensial air daun 2–8 atm (atmosfir) relatif tidak mengalami perubahan, tetapi >8 atm mengakibatkan penurunan fotosintesis lebih besar dibandingkan penurunan respirasi. Faver *et al.* (1996) melaporkan kekeringan menyebabkan penurunan asimilasi CO₂ faktor stomata dan non stomata berperan sebagai pembatas pertukaran gas dan asimilasi tanaman. Faktor non stomata menentukan penurunan asimilasi apabila tanaman mengalami kekeringan >–1,5 MPa, di bawah –1,5 MPa faktor stomata berperan dominan terhadap pertukaran gas dan asimilasi tanaman. Selanjutnya dilaporkan bahwa ketahanan tanaman terhadap kekeringan berkaitan dengan total potensial air tanaman, tekanan turgor sel dan tekanan osmotik. Komponen turgor sel berperan dalam pengembangan dan pembelahan sel, sedangkan tekanan osmotik berperan pada metabolisme sel dan aktifitas enzim. Menurut Bleasdale (1975) bila terjadi kahat air tanah, peranan pembuluh *floem* dan *xylem* melemah, translokasi asimilat berkurang, sehingga laju pertumbuhan dan hasil tanaman berkurang. Pada kacang tanah, apabila evaporasi harian naik, indeks cekaman air tanaman naik, dan fotosintesis menurun seiring dengan peningkatan tegangan lengas tanah (Worthington dan Schmidt 1994). Pertumbuhan tanaman dalam kondisi tidak mengalami cekaman air (–0,01 MPa) menunjukkan peningkatan aktivitas fotosintesis sepanjang pagi dan menurun antara pukul 14.00–15.00, dan pulih kembali pada pukul 16.00. Apabila tegangan lengas tanah meningkat menjadi –0,045 MPa, penurunan fotosintesis pada siang hari tidak dapat pulih kembali pada sore hari apabila tidak diberi tambahan air, cekaman lengas tanah pada –0,05 MPa mengakibatkan penurunan hasil 31%.

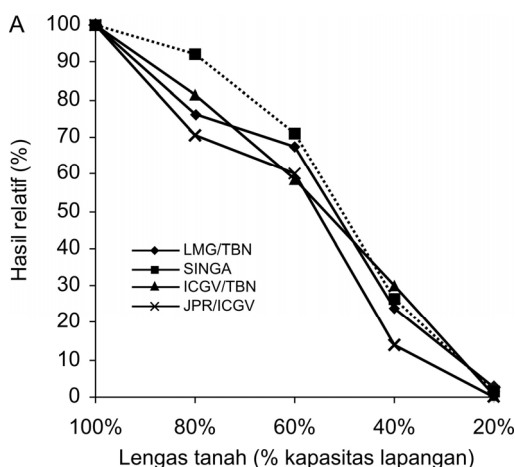
Kekeringan pada kacang tanah mengakibatkan produksi bahan kering komponen vegetatif tanaman berkurang, terutama pembentukan daun, perpanjangan batang melalui pengurangan turgiditas, penundaan umur berbunga, penurunan jumlah polong dan ukuran biji (Kari dan Nuralini 1993; Boote *et al.* 1982). Akumulasi bahan kering kacang tanah (Slatyer (1955) dalam Boote *et al.* (1982) mulai turun ketika turgiditas daun turun hingga di bawah 90%. Kekeringan juga menyebabkan jumlah dan panjang buku berkurang, daun tumbuh sempit dengan ukuran sel lebih kecil dan kompak. Menurut Boote *et al.* (1982) pengaruh kekeringan terhadap hasil kacang tanah ditentukan oleh tahapan periode pertumbuhan, tingkat kekeringan dan lama kekeringan. Periode pembentukan polong hingga pengisian polong merupakan periode paling rentan terhadap kekurangan air (Pallas dan Koske 1979; Pahalwan dan Tripathi 1984). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman bergantung pada kontinuitas pembelahan sel, progresifitas inisiasi organ primordia dan perkembangan sel. Kekeringan lebih berpengaruh terhadap perpanjangan sel dibandingkan terhadap pembelahan sel, sehingga menyebabkan tanaman tumbuh kerdil (Slatyer 1970). Menurut Doorenbos dan Kassam (1979) dalam bertanam kacang tanah sebaiknya lengas tanah dipertahankan di atas 60% dari air tersedia, karena di bawah angka tersebut terjadi penurunan laju serapan air, kandungan air pada tanaman dan hasil panen. Menurut Reddy (1988), penurunan hasil kacang tanah akibat kekeringan berkisar antara 22–96% bergantung pada tingkat kekeringan, periode pertumbuhan saat kekeringan terjadi dan lama kekeringan. Hal yang sama juga dilaporkan Harsono *et al.* (2006) bahwa kekeringan pada periode reproduktif sejak fase tumbuh R2 (berbunga) hingga R8 (masak fisiologis) menyebabkan penurunan hasil paling besar, diikuti kekeringan pada fase tumbuh V0 hingga R5 (Tabel 2, Gambar 1).

Tabel 2. Hasil polong empat genotipe kacang tanah pada periode kekeringan berbeda.

Periode kekeringan	Hasil polong kering (t/ha)			
	LMG/TBN-93-B-54	SINGA	ICGV/TBN-93-B-31	JPR/ICGV87123-93B1-34
Tanpa kekeringan	2,10	2,43	2,32	2,13
R5-R8	0,76	1,58	1,42	1,14
R2-R5	1,46	2,26	1,44	2,03
V0-R2	2,06	2,38	2,05	2,07
R2-R8	0,19	0,29	0,29	0,34
V0-R5	0,43	0,36	0,35	0,34

Sumber: Harsono *et al.* 2006.

Nielsen dan Nelson (1998); Hudak dan Patterson (1995) melaporkan kekeringan pada periode vegetatif mengakibatkan tanaman tumbuh pendek, luas daun berkurang, volume akar berkurang, dan pertumbuhan tanaman menurun. Kekeringan pada periode reproduktif menyebabkan penurunan hasil lebih besar dibandingkan kekeringan pada periode pertumbuhan vegetatif tanaman (Boyer 1983; Carter dan Rufty 1993).



Gambar 1. Hasil relatif empat genotipe kacang tanah pada beberapa kandungan lengas tanah berbeda (Harsono *et al.* 2006).

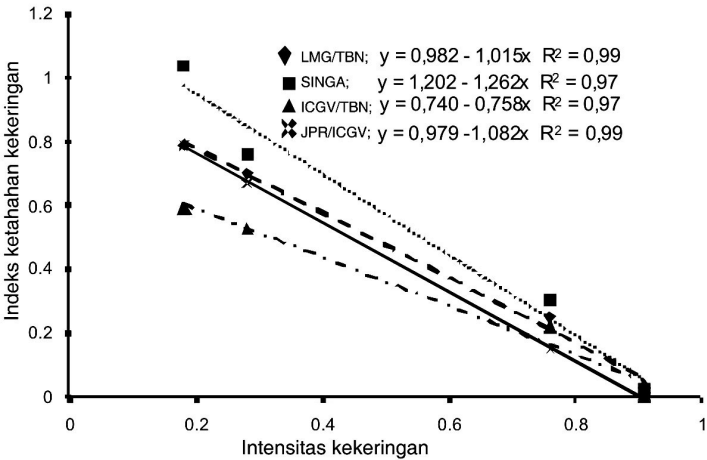
TANGGAP KACANG TANAH TERHADAP KEKERINGAN

Tanggap tanaman terhadap cekaman kekeringan secara umum dapat digolongkan menjadi tiga yaitu: (1) *escape*, tanaman menyelesaikan siklus hidup sebelum kekeringan terjadi lebih berat; (2) *avoidance*, tanaman dapat mempertahankan kandungan air relatif tinggi dalam jaringan meskipun terjadi kekeringan; dan (3) toleran, tanaman dapat bertahan hidup meskipun kandungan air dalam jaringan rendah (Turner 1979; Levitt 1980; Paleg dan Aspinall 1981).

Mekanisme *avoidance* menurut Levitt (1980) dapat melalui pengaturan tekanan osmotik sel (*dehydratiton avoidance*) atau membentuk barier intraseluler dengan lingkungan kering sehingga cekaman tidak sampai menginduksi sistem jaringan (*stress avoidance*). *Avoidance* juga terjadi melalui perbaikan serapan air dan pengurangan kehilangan air (Turner 1979; Paleg dan Aspinall 1981). Perbaikan serapan air terjadi karena ada perbaikan sistem perakaran antara lain perbaikan dalam bobot massa, panjang dan distribusi akar. Di samping itu juga terjadi perbaikan tahanan hidraulik dalam tanaman sehingga air yang diserap akar lebih mudah ditranslokasikan ke jaringan-jaringan vital metabolisme. Pengurangan kehilangan air dapat terjadi dengan penurunan konduktivitas jaringan epidermis, perbaikan absorpsi radiasi dan pengurangan permukaan penguapan. Penurunan konduktivitas jaringan epidermis antara lain melalui pengaturan pembukaan stomata dan pengaturan jaringan impermiabel epidermis dalam mengatur hubungan daun berkandungan air tinggi dengan atmosfer yang kering. Perbaikan absorpsi radiasi dapat melalui perubahan posisi daun dan peningkatan daya refleksi daun. Tanaman dengan bulu daun lebat mempunyai absorpsi radiasi lebih rendah dibanding tanaman yang berbulu daun kurang lebat (Paleg dan Aspinall 1981). Pengurangan permukaan penguapan dapat melalui penguguran daun dan mengubah komposisi daun kecil menjadi lebih banyak, sehingga dapat menghasilkan bidang transpirasi lebih sempit dan penggunaan air lebih efisien.

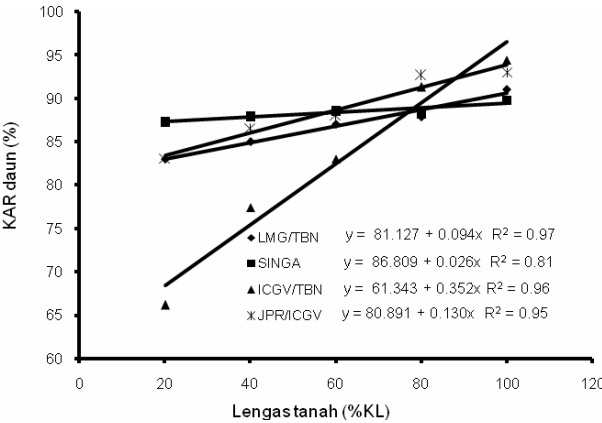
Tanaman dapat toleran terhadap cekaman kekeringan karena mempunyai daya adaptasi terhadap terjadinya kerusakan akibat kekeringan (*dehydration tolerance*) atau karena mempunyai kemampuan pemulihan terhadap kerusakan akibat kekeringan (*stress tolerance*) (Levitt 1980). Menurut Paleg dan Aspinall (1981) tanaman dapat toleran terhadap

kekeringan karena mempunyai kemampuan dalam menjaga tekanan turgor dan elastisitas jaringan cukup baik. Kemampuan menjaga tekanan turgor sel dan elastisitas jaringan tanaman ketika potensial air daun rendah, merupakan mekanisme ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan ketika terjadi kekeringan.



Gambar 2. Pengaruh intensitas kekeringan (IK) terhadap indeks ketahanan kekeringan (ITK) empat genotipe kacang tanah (Harsono *et al.* 2005).

Harsono *et al.* (2005) melaporkan varietas Singa yang selama tiga musim tanam konsisten lebih tahan terhadap cekaman kekeringan dibanding tiga genotipe lain (Gambar 2), karena dalam kondisi cekaman kekeringan yang sama varietas Singa dapat mempertahankan kandungan air relatif di daun lebih tinggi (Gambar 3), yang ditunjang oleh pembukaan stomata lebih sempit (Tabel 3), pertumbuhan akar lebih panjang (Tabel 4) dan kehilangan air melalui transpirasi lebih kecil (Gambar 4).



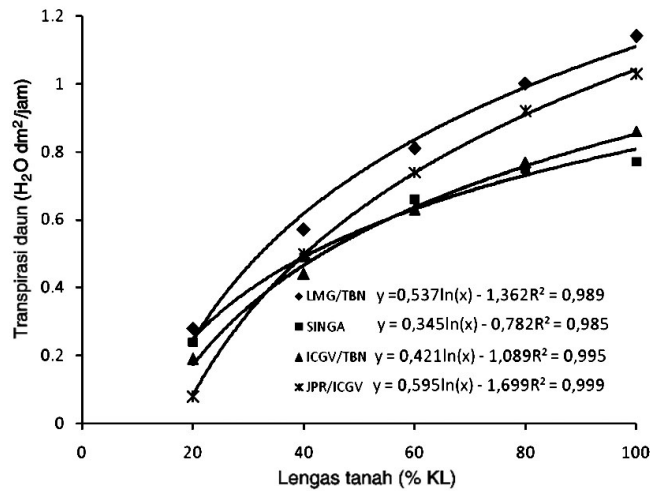
Gambar 3. Hubungan antara lengas tanah dengan kandungan air relatif daun (KAR) empat genotipe kacang tanah pada periode pertumbuhan R5. Rumah kaca Balitkabi Malang. KL = kapasitas lapang. (Harsono *et al.* 2006).

Tabel 3. Jumlah dan luas pembukaan stomata empat genotipe kacang tanah pada lengas tanah berbeda.

Genotype	Lengas tanah (% kapasitas lapang)				
	100	80	60	40	20
Jumlah stomata/mm ²					
LMG/TBN-93-B-54	388,09	322,03	379,83	412,86	429,38
Singa	371,57	313,77	421,12	412,86	421,12
ICGV/TBN-93-B-31	338,55	379,83	330,29	445,89	412,86
JRP/ICGV 87123-93-B1-34	354,15	371,57	388,09	421,12	346,80
Luas pembukaan stomata (µm ²)					
LMG/TBN-93-B-54	17,73	17,49	15,77	14,54	12,82
Singa	15,32	17,58	14,19	9,91	9,50
ICGV/TBN-93-B-31	12,61	12,75	14,81	14,22	9,98
JRP/ICGV 87123-93-B1-34	14,98	9,59	12,89	12,84	11,04

Sumber: Harsono *et al.* 2006.

Kandungan air relatif daun varietas Singa, genotipe LMG/TBN-93-B-54, ICGV/TBN-93-B-31 dan JPR/ICGV 87123-93-B1-34 pada periode pertumbuhan tanaman R5 pada lengas tanah kapasitas lapangan masing-masing sebesar 89,79%, 91,06%, 94,43% dan 93,05%. Kandungan air relatif daun keempat genotipe tersebut pada kondisi lengas tanah 60% kapasitas lapangan masing-masing sebesar 88,59%, 87,04%, 83,01%, dan 88,07%, dan pada 40% kapasitas lapangan 87,95%, 85,03%, 77,44%, dan 86,58%. Pada saat mengalami cekaman kekeringan, penurunan kandungan air relatif daun varietas Singa lebih rendah dibanding genotipe-genotipe lain. Peran kandungan air relatif daun penting dalam mengatur turgiditas stomata yang berperan dalam pembukaan stomata.



Gambar 4. Hubungan antara lengas tanah dengan transpirasi daun empat genotipe kacang tanah pada periode pertumbuhan R5. KL = kapasitas lapangan. (Harsono *et al.* 2006).

Luas pembukaan stomata varietas Singa pada kondisi tercekam kekeringan 40% dan 20% kapasitas lapangan lebih sempit dibanding LMG/TBN-93-B-54, ICGV/TBN-93-B-31

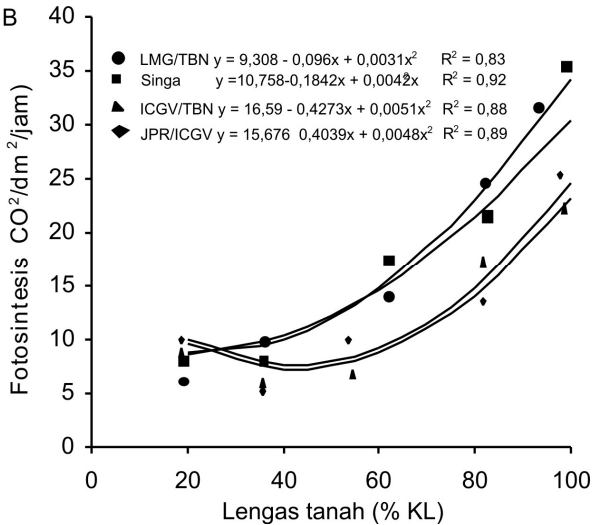
dan JPR/ICGV 87123-93-B1-34 masing-masing berkisar antara 9,91 hingga 9,50 μm^2 , 14,54–12,82 μm^2 , 13,22–9,98 μm^2 dan 12,84–11,04 μm^2 (Tabel 2). Lebih sempitnya pembukaan stomata varietas Singa pada saat terjadi cekaman kekeringan menyebabkan kehilangan air melalui transpirasi lebih kecil karena kerapatan stomata antara genotipe tidak berbeda (Gambar 4 dan Tabel 2).

Tabel 4. Panjang akar empat genotipe kacang tanah pada periode R2 dan R5 pada lengas tanah berbeda.

Genotipe	Panjang akar pada lengas tanah (% kapasitas lapang)				
	100	80	60	40	20
LMG/TBN-93-B-54	202,93	282,60	286,80	261,48	116,10
Singa	181,07	188,85	228,50	213,55	76,70
ICGV/TBN-93-B-31	158,46	262,34	228,62	167,23	68,05
JPR/ICGV 87123-93-B1-34	188,11	223,80	176,87	148,95	102,27

Sumber: Harsono *et al* 2005.

Lebih tingginya kandungan air relatif daun varietas Singa pada saat terjadi cekaman kekeringan, selain disebabkan oleh transpirasi lebih rendah, juga disebabkan oleh pertumbuhan akar yang lebih panjang. Rata-rata panjang akar varietas Singa pada periode pertumbuhan R5 pada 40% kapasitas lapangan mencapai 213,55 cm, atau 47,2% lebih panjang dari ICGV/TBN-93-B-31 dan 47,22% lebih panjang dari JPR/ICGV 87123-93-B1-34 sebagai genotipe rentan kekeringan (Tabel 4). Peran akar pada ketahanan tanaman terhadap kekeringan bersifat langsung dan paling besar dibanding parameter lain, karena berhubungan dengan kemampuan tanaman dalam menyerap lengas tanah. Tanaman dengan pertumbuhan akar lebih panjang, akan mampu memanfaatkan lengas tanah di daerah perakaran dengan lebih baik.

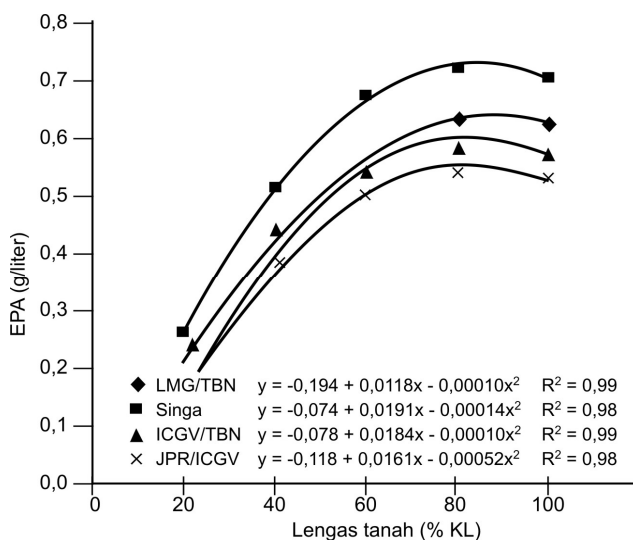


Gambar 5. Hubungan antara lengas tanah dengan fotosintesis empat genotipe kacang tanah pada periode tumbuh R5. KL = kapasitas lapangan.

Tingkat fotosintesis varietas Singa dalam intensitas cekaman kekeringan yang sama juga lebih tinggi dibanding genotipe yang lebih rentan terhadap kekeringan (Gambar 5). Hal ini disebabkan pada intensitas cekaman kekeringaan yang sama, varietas Singa mampu mempertahankan kandungan air relatif daun lebih banyak, sehingga proses metabolisme di dalam jaringan tanaman lebih baik.

Lebih tingginya kandungan air relatif daun varietas Singa pada saat terjadi kekeringan menyebabkan tidak terjadi peningkatan prolin setinggi genotipe-genotipe lain, yakni 0,10 ppm, 0,13 ppm, 0,15 ppm dan 0,12 ppm masing-masing untuk genotipe Singa, LMG/TBN-93-B-54, ICGV/TBN-93-B-31, dan JPR/ICGV 87123-93-B1-34. Menurut Boote (1982) makin tinggi terjadi peningkatan kandungan prolin maka secara fisiologis tanaman lebih mengalami cekaman kekeringan.

Sementara itu sebagai media transpirasi, persentase daun sempit varietas Singa lebih banyak dibanding genotipe LMG/TBN-93-B-54, ICGV/TBN-93-B-31 dan JRP/ICGV 87123-93-B1-34. Persentase daun sempit empat genotipe tersebut secara berurutan berkisar antara 75–77%, 57–69%, 51–67%, dan 56–57%. Lebih banyaknya daun sempit menurut Paleg dan Aspinall (1981) akan menghasilkan luas bidang transpirasi lebih sempit sehingga dapat menekan kehilangan air dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Hal ini terbukti lebih efisiennya penggunaan air oleh varietas Singa dibanding genotipe ICGV/TBN-93-B-31 dan JRP/ICGV 87123-93-B1-34 (Gambar 6).

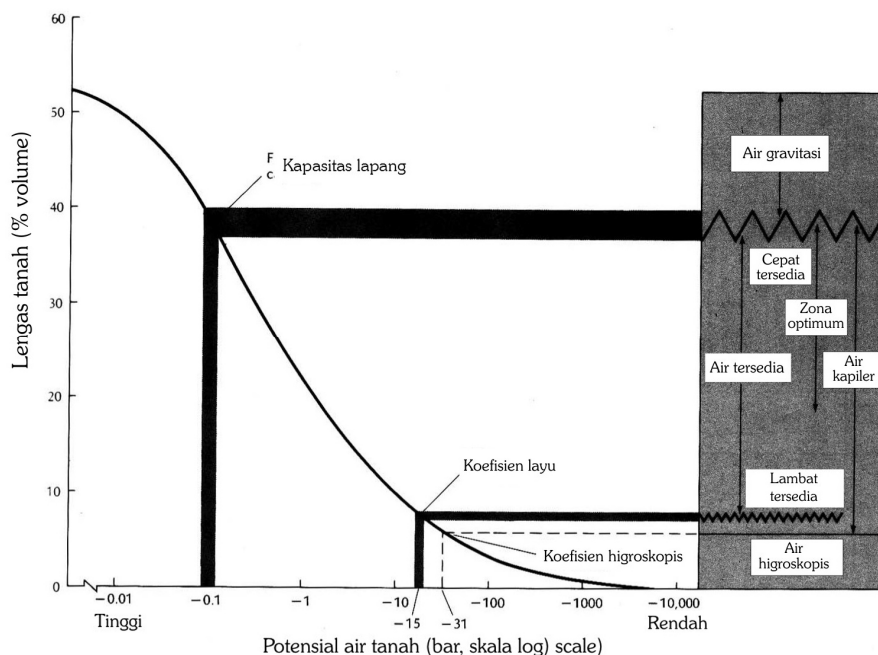


Gambar 6. Hubungan antara lengas tanah dengan efisiensi penggunaan air (EPA) empat genotipe kacang tanah (Harsono *et al.* 2006).

PENGELOLAAN AIR

Di dalam tanah, molekul air keberadaannya terikat partikel tanah secara langsung oleh gaya adhesi dan tidak langsung oleh gaya kohesi antarmolekul air. Atas dasar gaya-gaya tersebut, air tanah diklasifikasikan menjadi: (1) air higroskopik, (2) air kapiler, dan (3) air gravitasi (Knuti *et al.* 1984). Air higroskopis adalah bagian air tanah yang terikat sangat kuat oleh partikel tanah dan tidak tersedia bagi tanaman. Air kapiler adalah air tanah yang ikatan akibat gaya kohesi lebih besar dari gaya adhesinya sehingga tersedia bagi tanaman

dan biasa disebut sebagai air tersedia. Air gravitasi adalah bagian air tanah yang turun ke bawah akibat gaya gravitasi dan tidak tersedia bagi tanaman. Jumlah air di dalam tanah biasanya dinyatakan dalam persentase kandungan air, dan potensial air. Hubungan antara kandungan air tanah dengan potensial air disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan antara kandungan air tanah dengan potensial air (Brady 1990).

Pergerakan air di dalam tanah terutama yang melalui gerakan massa (mass flow) disebabkan oleh perbedaan potensial air dari satu titik ke titik lain dalam profil tanah. Dalam konsep termodinamika, potensial air merupakan istilah untuk menggambarkan energi relatif dari air tanah, yang terdiri dari potensial matrik, potensial larutan dan potensial tekanan (Tan 1982). Potensial matrik adalah energi tarikan yang disebabkan oleh interaksi antara tubuh tanah dengan air, potensial larutan adalah energi tarikan antara zat yang terlarut dengan air, sedangkan potensial tekanan adalah energi yang disebabkan oleh perbedaan tekanan udara di dalam tanah dengan tekanan udara atmosfer (Landon 1984). Potensial air tanah didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk melepaskan air dari tanah. Untuk menghindari angka yang besar, maka digunakan istilah pF (*potensial force*). Nilai pF menggambarkan status energi dari air dalam tanah, semakin tinggi nilai pF dari suatu kondisi air dalam tanah maka semakin besar pula energi yang digunakan untuk melepaskan air tersebut.

$$pF = -\log(h)$$

h = tinggi permukaan air dalam suatu kolom

misalnya: $pF\ 1$ = tekanan yang ditimbulkan oleh air dalam kolom setinggi 10cm; $pF\ 3$ = tekanan yang ditimbulkan oleh air dalam kolom setinggi 1000 cm.

Kapasitas lapangan (*field capacity*) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kandungan air maksimum yang dapat ditahan oleh tanah setelah air pada kondisi

jenuh turun ke bawah akibat gravitasi, umumnya 1 atau 2 hari setelah kondisi jenuh (Landon 1984). Besarnya nilai kapasitas lapangan bergantung pada tekstur tanah, tipe mineral liat (*clay*), kandungan bahan organik tanah, dan struktur tanah. Kandungan air pada kapasitas lapangan setara dengan kandungan air pada potensial $-0,33$ bar atau setara dengan $0,3$ atm atau pF 2,53 (Hillel 1982; Jenny 1980; Landon 1984). Makin tinggi kandungan liat (*clay*) makin tinggi pula kandungan air pada kapasitas lapangan. Makin tinggi kandungan oksida besi pada tanah-tanah yang berpelapukan lanjut juga meningkatkan air tersedia (Hidayat *et al.* 2002). Peningkatan kandungan C-organik sebesar 1% meningkatkan kandungan air tersedia sebesar 2% (Olness dan Archer 2005). Kandungan liat dan air tanah pada nilai pF 2,5 dari berbagai jenis tanah disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan liat dan air tanah pada nilai pF 2,5 (kapasitas lapangan) beberapa jenis tanah.

Jenis tanah	Asal	Kandungan liat (%)	Kandungan air pada pF 2,5 (%)	Pustaka
Ultisol	Banten	34	37,8	Subowo <i>et al.</i> (2002)
		53	39,2	
Ultisol	Subang, Jawa Barat	40	39,7	Pirngadi dan Pane (2004)
Entisol	Kendalpayak, Malang	36	41,9	Sunardi <i>et al.</i> (2002)
Alfisol	Muneng, Probolonggo	22	33,4	Sunardi <i>et al.</i> (2002)
Vertisol	Ngale, Ngawi	81	83,0	Sunardi <i>et al.</i> (2002)
Entisol	Pasuruan, Jawa Timur	42	37,2	Sunardi <i>et al.</i> (2002)

Air tersedia adalah air yang ditahan oleh tanah antara kondisi kapasitas lapangan dan titik layu permanen (*permanent wilting point*). Kondisi titik layu permanen adalah kondisi air tanah dimana daun tanaman menunjukkan kondisi layu yang tidak dapat pulih kembali pada kondisi kelembaban udara jenuh, atau setara dengan potensial -15 bar atau setara dengan nilai pF 4,2 (Landon 1984). Air tanah yang terikat oleh partikel tanah pada potensial lebih rendah dari -15 bar disebut air tidak tersedia (Brady 1990). Tidak semua air yang berada pada kondisi antara kapasitas lapangan dan titik layu permanen dapat diserap oleh tanaman. Landon (1984) memberi perkiraan hanya sekitar 66% dari total air tersedia yang dapat diserap tanaman.

Di Indonesia, kacang tanah sebagian besar ($>70\%$) ditanam di lahan kering yang sumber airnya bergantung pada curah hujan. Oleh karena itu air hujan tersebut harus dikelola sebaik-baiknya agar dapat dimanfaatkan tanaman seefisien mungkin. Untuk dapat diserap akar tanaman, air hujan maupun air irigasi menurut Suyamto (1993) harus dikonfersi dulu menjadi lengas tanah. Lengas tanah adalah air yang terjerap dan tinggal dalam tubuh tanah (Formula 1). Pada lengas tanah terkandung energi kinetik maupun potensial yang mempengaruhi daya serap air oleh akar tanaman.

$$\begin{aligned}
 LT &= Cht - Et - APL - AP \dots\dots\dots (1) \\
 LT &= \text{Lengas tanah,} \\
 Cht &= \text{Curah hujan total,} \\
 Et &= \text{Evapotranspirasi total,} \\
 APL &= \text{Air permukaan tanah,} \\
 Ap &= \text{Air perkolasi.}
 \end{aligned}$$

Hubungan Polatanam dengan Curah Hujan

Di lahan kering, curah hujan secara umum digunakan sebagai kriteria dalam menetapkan zona agroklimat dan polatanam untuk dapat memanfaatkan lengas tanah yang berasal dari curah hujan seefisien mungkin. Alternatif pola tanam dapat disusun berdasarkan jumlah curah hujan maupun jumlah bulan basah atau kering di masing-masing zona agroklimat. Dalam menentukan zona agroklimat, Oldeman (1975) menggunakan batas tertinggi bulan basah 7–9 bulan. Bulan basah adalah bulan dengan curah hujan >200 mm dan bulan kering adalah bulan dengan curah hujan <100 mm. Dengan anggapan curah hujan bulanan 200 mm adalah batas terendah untuk padi sawah dan 100 mm batas terendah untuk palawija, maka untuk lahan kering dapat disusun alternatif pola tanam seperti tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Zona-zona agroklimat, alternatif pola tanam serta usaha pemanfaatan air berdasarkan masalah yang mungkin dijumpai di beberapa zona agroklimat untuk bertanam kacang tanah.

Zona agro-klimat ^a	Masa bulan basah	Masa bulan kering	Pola tanam ^{b)}	Usaha pemanfaatan air
A	9	0	Padi-padi-kacang tanah	Drainase baik
B1	7–9	2	Padi-padi-kacang tanah	Satu musim padi genjah, konservasi air pada kacang tanah
B2	7–9	2–4	Padi-padi-kacang tanah	Waktu tanam padi tepat, padi genjah, kacang tanah genjah, konservasi air pada kacang tanah
C2	5–6	2–4	Padi-kacang tanah	Padi genjah, kacang tanah genjah, konservasi air pada kacang tanah
C3	5–6	5–6	Padi-kacang tanah	Waktu tanam padi tepat, Padi/kacang tanah genjah, konservasi air pada kacang tanah
D2	3–4	2–4	Tumpangsari jagung + kacang tanah	Pengaturan jarak tanam jagung, kacang tanah toleran naungan
D3	3–4	5–6	Tumpangsari jagung + kacang tanah	Pengaturan jarak tanam jagung, kacang tanah toleran naungan
E	3	5	Tumpangsari jagung + kacang tanah	Pengaturan jarak tanam jagung, kacang tanah toleran naungan

^{a)}Berdasarkan klasifikasi Oldeman (1975); ^{b)} Intensitas tanam masih dapat ditingkatkan di Zona C2, C3, D2, D3 dan E dengan memodifikasi teknik bercocok tanam.

Peningkatan dan Pengawetan Lengas Tanah

Di lahan tegal, hal penting yang perlu mendapat perhatian adalah konservasi lengas tanah. Konservasi lengas tanah dapat ditempuh dengan dua cara, yaitu meningkatkan kemampuan tanah memegang air dan mengurangi besarnya energi matahari yang jatuh ke bidang evaporasi (Fagi dan Tangkuman 1985). Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk menyediakan air tersedia lebih banyak bagi tanaman serta memanfaatkan air tanah yang ada seefisien mungkin yaitu dengan: (1) pengolahan tanah (2) pemberian bahan organik, (3) pemakaian mulsa, (4) pengendalian gulma, (5) pemanfaatan embung dan sumur sebagai sumber pengairan.

Di dalam tanah, air mengisi ruang antarpartikel tanah, semakin banyak ruang pori dalam tanah akan memperbesar air meresap dan mengisi pori-pori dalam tanah yang akhirnya akan meningkatkan jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah. Pengolahan tanah

adalah tindakan mekanik terhadap tanah dengan tujuan untuk menciptakan kondisi gembur dan aerasi cukup bagi tanaman. Pengolahan tanah berarti memotong pori-pori kapiler air tanah, menghambat laju evaporasi, sehingga pengolahan tanah yang lebih dalam di lahan kering diharapkan mampu menciptakan kondisi tanah dengan kandungan lengas tanah tinggi. Tindakan ini akan menghasilkan perbaikan sifat fisik tanah di antaranya meningkatkan total ruang pori, pori aerasi, pori air tersedia, mengurangi kepadatan tanah dan menurunkan berat isi tanah. Dilaporkan oleh Indrawati (1998), bahwa pengolahan tanah dangkal (10–20 cm) pada tanah Alfisol di Muneng, menurunkan berat isi tanah 2% dan pengolahan tanah dalam (25–35 cm) menurunkan berat isi tanah 3,7%. Pada tanah Entisol Mojosari, pengolahan tanah dangkal menurunkan berat isi tanah 2,6% dan pengolahan tanah dalam menurunkan berat isi tanah 25%. Di tanah Vertisol Ngale, pengolahan tanah dangkal menurunkan berat isi tanah rata-rata 2,3% dan pengolahan tanah dalam menurunkan berat isi tanah 7,8% (Tabel 7). Pengolahan tanah dalam (sekitar 30 cm) pada musim hujan (musim tanam pertama) mampu mempertahankan kandungan lengas tanah lebih tinggi pada musim marengan (musim tanam kedua), dibanding pengolahan tanah dangkal (sekitar 15 cm).

Tabel 7. Berat isi tanah di lapisan atas (0–20 cm) dan lapisan bawah (20–40 cm) tanah pada kedalaman olah tanah yang berbeda.

Pengolahan tanah	Berat isi (g/cm ³) pada kedalaman pengukuran		Kapasitas tanah menahan air (%) pada kedalaman pengukuran	
	0–20 cm	20–40 cm	0–20 cm	20–40 cm
Alfisol di Muneng				
OT dangkal	1,27	1,36	28,7	26,4
OT dalam	1,22	1,29	29,3	26,6
Tanpa OT	1,30	1,30	25,9	26,1
Entisol di Mojosari				
OT dangkal	1,12	1,14	35,0	30,8
OT dalam	0,70	1,03	35,9	31,4
Tanpa OT	1,15	1,17	31,3	28,3
Vertisol di Ngale				
OT dangkal	0,94	0,98	38,3	36,4
OT dalam	0,84	0,94	40,3	37,0
Tanpa OT	0,96	0,96	32,7	32,5

OT : Olah tanah; OT dangkal : 10–20 cm; OT dalam : 25–35 cm.

Sumber: Indrawati (1998).

Bahan-bahan organik yang dibenamkan ke dalam tanah setelah mengalami perombakan akan membentuk kompleks tanah-koloid organik yang akan memperbesar kemampuan tanah menyerap air. Pembenanaman bahan organik seperti pupuk hijau, kompos atau pupuk kandang dilaporkan dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Koloid organik sebagai hasil perombakan bahan organik oleh jasad renik tanah dan cairan yang dikeluarkan jasad renik tersebut berfungsi sebagai perekat yang mempersatukan partikel-partikel tanah menjadi butir-butir tanah (Soepardi 1983). Pemberian bahan organik seperti pupuk hijau, kompos atau pupuk kandang telah diketahui dapat memperbaiki sifat fisik tanah, di antaranya dapat mendorong agregasi tanah (Hafez 1977), mengurangi bobot isi tanah (Tiarks *et al.* 1974), bahan-bahan tersebut setelah mengalami perombakan akan memperbesar daya absorpsi tanah terhadap air (Prayoto dan Herudjito 1989; Indrawati 1998).

Pembenaman bahan organik pada tanah Regosol Mojosari dapat mengurangi berat isi tanah 30% di lapisan permukaan (0–20 cm) dan 16% pada kedalaman pengukuran 20–40 cm serta meningkatkan kapasitas tanah menahan air 18% di lapisan permukaan (0–20 cm) dan 19% di lapisan 20–40 cm (Manshuri dan Harnowo 1997). Pembenaan bahan organik ini juga mampu meningkatkan jumlah air pada kapasitas lapangan antara 23–24%. Pembenaan kompos sekam dan jerami padi lebih baik dibandingkan bahan organik lain karena masing-masing menurunkan berat isi tanah dan meningkatkan kapasitas tanah menahan air 36% dan 28%.

Dalam budidaya tanaman, teknologi mulsa dilaporkan dapat meningkatkan hasil tanaman terutama pada musim kemarau (Purwowedo 1982). Mulsa sisa tanaman di permukaan tanah berfungsi sebagai isolasi energi matahari sehingga dapat mengurangi kehilangan air karena evaporasi, yang berarti juga mempertahankan kapasitas tanah menahan air. Keuntungan penggunaan mulsa antara lain: (1) melindungi agregat-agregat tanah dari daya rusak butir-butir hujan, (2) meningkatkan penyerapan air oleh tanah, (3) mengurangi volume dan kecepatan aliran permukaan, (4) memelihara temperatur dan kelembaban tanah, (5) memelihara kandungan bahan organik tanah, dan (6) mengendalikan pertumbuhan tanaman pengganggu.

Di lahan kering, cekaman kekeringan merupakan masalah yang relatif sulit diatasi karena umumnya, air irigasi tidak tersedia. Untuk mengatasi masalah ini beberapa langkah berikut diharapkan dapat menekan kehilangan hasil akibat cekaman kekeringan.

1. Tanam varietas toleran terhadap cekaman kekeringan

Penurunan hasil akibat cekaman kekeringan pada kacang tanah, salah satunya dapat ditekan dengan menanam varietas tahan kekeringan. Beberapa tahun terakhir, para pemulia tanaman kacang tanah di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) fokus merakit varietas tahan kekeringan dan telah berhasil melepas beberapa varietas unggul seperti tersaji dalam Tabel 8. Pemanfaatan varietas toleran kekeringan ini menurut Harsono *et al.* (2005) sangat menguntungkan karena hingga kekeringan pada

Tabel 8. Varietas- varietas unggul kacang tanah toleran terhadap cekaman kekeringan.

Nama (dilepas)	Hasil rata-rata/hari hasil (t/ha) polong kering	Jumlah biji/polong dan warna biji	Bobot 100 biji (g)	Keunggulan lain
Panther 1998	2,60 / 1,0–5,4	3–4 biji, Merah muda	35–40	Tahan penyakit layu, toleran karat dan bercak daun
Singa 1998	2,60 / 1,0–4,5	3–4 biji, Merah muda	35–40	Toleran penyakit layu, tahan karat dan bercak daun
Jerapah 1998	1,92 / 1,0–4,0	2 biji, Merah muda	35–40	Tahan penyakit layu, toleran bercak daun
Sima 2001	2,0 / 1,3–2,4	3–4 biji, Merah muda	35–45	Toleran karat
Turangga 2001	2,0 / 1,4–3,6	3–4 biji, Merah muda	40–50	Tahan penyakit layu, karat, bercak daun dan <i>A. flavus</i>
Tuban 2003	2,0 / 3,2	2 biji, Merah muda	35–38	Tahan penyakit layu, toleran karat, bercak daun dan <i>A. flavus</i>

Sumber: Badan Litbang Pertanian 2012.

60% kapasitas lapangan mampu memberikan hasil 65% dari hasil dalam kondisi cukup air, sementara itu varietas yang tidak toleran kekeringan hanya mampu memberikan hasil 37% dari hasil kondisi cukup air. Hal ini disebabkan varietas toleran kekeringan dalam kondisi kekeringan penggunaan airnya lebih hemat, mempunyai transpirasi lebih rendah dan fotosintesis lebih tinggi.

2. Optimalisasi pemanfaatan lengas tanah

Petani di lahan kering, pemilikan lahannya rata-rata kurang dari 0,50 ha per keluarga. Oleh karena itu pada awal musim hujan petani umumnya lebih mengutamakan menanam tanaman bahan pangan seperti jagung, padi gogo dan ubi kayu. Kacang tanah lebih banyak dianggap sebagai tanaman sampingan, dan lebih banyak ditanam pada akhir musim hujan (marengan). Cara tanam ini, di lahan kering dengan bulan basah lebih dari 7 bulan/tahun (beriklim A, B1 dan B2) tidak menjadi masalah. Namun, di sentra produksi kacang tanah yang sebagian besar berbulan basah 3 hingga 4 bulan/tahun beriklim D2 dan D3 (daerah pantura Jawa Timur dan Jawa Tengah) penerapan polatanam ini menyebabkan tanaman sering mengalami cekaman kekeringan terutama pada periode reproduktif. Untuk mengatasi hal ini, kacang tanah sebaiknya ditanam secara tumpangsari atau tanam sisip sehingga petani tetap mendapatkan bahan pangan utama (jagung atau padi gogo) dan mendapatkan penghasilan tunai dari kacang tanah. Harsono (1999) melaporkan tanam sisip kacang tanah di antara tanaman jagung 20 hari sebelum jagung dipanen di daerah beriklim D3 (3–4 bulan basah per tahun) mampu memberikan hasil 1,98 t/ha polong kering atau 70,68% lebih tinggi dibanding kacang tanah ditanam 10 hari setelah jagung dipanen dan hanya menurunkan hasil jagung 15% dibanding kacang tanah ditanam 10 hari sesudah jagung dipanen. Sementara itu di tanah Alfisol berbulan basah 5–6 bulan per tahun Malang Selatan, tanam sisip kacang tanah 20 hari atau 30 hari sebelum jagung dipanen tidak menurunkan hasil jagung dan mampu meningkatkan hasil kacang tanah 13 hingga 27% dibanding kacang tanah ditanam 5 hari setelah jagung dipanen (Tabel 9). Peningkatan hasil kacang tanah ini disebabkan dengan tanam sisip, kacang tanah relatif tidak mengalami cekaman kekeringan pada periode reproduksi.

Di lahan sawah tadah hujan keberhasilan tanaman budidaya untuk tumbuh dan berproduksi dengan baik bergantung curah hujan sebagai sumber pengairan. Pola tanam padi gogorancah–padi walik jerami–bera/palawija hanya akan berhasil pada daerah dengan curah hujan >1500 mm/tahun. Bertanam palawija (kedelai, kacang hijau, kacang tanah) akan berhasil jika distribusi hujan merata. Pada daerah kering dengan curah hujan <500 mm/tahun, padi walik jerami akan menderita kekeringan (Syamsiah dan Fagi 1993). Upaya penyediaan air di musim kemarau di lahan tadah hujan dan lahan kering antara lain dengan membangun embung untuk menampung kelebihan air hujan. Air embung dapat digunakan untuk mengairi kacang tanah di musim kemarau. Pembangunan embung harus memperhatikan beberapa kriteria seperti ukuran embung, jenis tanah, kemiringan lahan, topografi, lokasi, kapasitas tampung, daerah tangkapan hujan, koefisien run-off dan luas daerah pengairan, kerapatan embung dan usaha konservasi air embung (Syamsiah dan Fagi 1993). Menurut Manwan *et al.* (1990) luas embung idealnya 5–6% dari luas lahan yang diairi dengan kedalaman 1–1,5 m.

Tabel 9. Hasil kacang tanah pada berbagai waktu tanam sisip di antara tanaman jagung di lahan kering tanah Alfisol Probolinggo dan Malang Selatan.

Waktu tanam kacang tanah	Hasil (t/ha)			
	Malang Selatan		Probolinggo	
	Jagung	Kacang tanah	Jagung	Kacang tanah
30 hari sebelum jagung panen	3,35	1,53	2,04	1,41
20 hari sebelum jagung panen	3,60	1,36	1,98	1,98
10 hari sebelum jagung panen	-	-	1,84	1,40
Sehari sesudah jagung panen	-	-	2,05	1,25
5 hari sesudah jagung panen	3,95	1,20	-	-
10 hari sesudah jagung panen	-	-	2,35	1,16

Sumber: Harsono 1999 dan 2000.

Untuk lahan sawah, berdasarkan ketersediaan air dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu sawah tadah hujan, sawah beririgasi semiteknis dan sawah beririgasi teknis. Dalam berusahatani, petani umumnya mengutamakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomi lebih tinggi. Oleh karena itu polatanam di lahan sawah yang melibatkan kacang tanah dapat disusun sebagai berikut.

Jenis sawah	Polatanam yang dapat ditetapkan
Sawah tadah hujan	• Padi – Kacang tanah – Kacang hijau • Gogo rancah – Padi walik jeramai – Kacang tanah • Jagung – Padi – Kacang tanah
Sawah beririgasi semiteknis	• Padi – Padi – Kacang tanah • Padi – Jagung – Kacang tanah • Padi – Kacang tanah – Kedelai
Sawah beririgasi teknis	• Padi – Padi – Kacang tanah • Padi – Jagung – Kacang tanah

PENUTUP

Usahatani kacang tanah di Indonesia rentan mengalami cekaman kekeringan karena sebagian besar (>70%) ditanam di lahan kering, dan 67% di antaranya dibudidayakan pada akhir musim hujan. Fenomena terjadinya pemanasan global yang terus berlangsung, ke depan juga dapat memicu terjadinya cekaman kekeringan yang lebih berat. Risiko terjadinya cekaman kekeringan tersebut, di antaranya dapat diantisipasi melalui empat langkah berikut: (1) Mitigasi, yaitu pengendalian terjadinya peningkatan gas-gas rumah kaca di atmosfer, antara lain dengan pengendalian penggunaan bahan bakar fosil, mencegah penggundulan dan pembakaran hutan, serta penerapan usahatani yang memproduksi gas metan (NH_4) rendah; (2) Adaptasi teknologi, yaitu penggunaan varietas toleran terhadap cekaman kekeringan, dan penataan polatanam sesuai dengan ketersediaan lengas tanah dan kebutuhan air tanaman; (3) Pengelolaan air dengan memperbesar konversi air hujan/irigasi menjadi lengas tanah dan mengkonservasinya dengan baik; dan (4) Perbaikan di bidang manajemen irigasi mulai dari perbaikan saluran irigasi hingga teknik irigasi-

nya. Apabila keempat langkah strategi ini dapat dilakukan dengan baik, ancaman terjadinya cekaman kekeringan akan dapat ditekan khususnya pada usahatani kacang tanah yang sebagian besar dilakukan di lahan kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2012. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Bleasdale, J.K.A. 1975. Plant physiology in relation to horticulture. English Language Book Sos. and McMillan. London. 144 p.
- Boote, J.R., Stansell, A.M. Schuber, and J. F.Stone, 1982. Irrigation, water use and water relations. p. 164–205. In H.E. Patte and C.T. Young (Eds.) Peanut Sci. and Tech. APPRES, Texas, USA.
- Boyer, J.S. 1983. Environmental stress and crop yields. In Rapper, C.D. Jr., P. J.Kramer, (eds.) Crop reactions to water and temperaturesstress in humid, temperate climates. Westview Press. Boulder, CO. p 3–7.
- BPS. 2014. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik Jakarta. www.bps.go.id
- Brady, N.C., 1990. The Nature and Properties of Soils. Tenth edition. MacMillan Pub. Co. New York. 621 pages.
- Carter, T.E., Jr., and T. W. Ruffy. 1993. Soybean Plant Introductions exhibiting drought and aluminum tolerance. p. 335–346. In C.G.Kuo (ed.) Adaptation of food crops to temperature and waterstress: proceedings of an international symposium, Taiwan. 13–18 Aug. 1992. Publ. 93–410. Asian Vegetable Res. and Dev. Center, Shanhua, Taiwan.
- Delauney, A.J. and D.P.S. Verma. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. Plant J. 4: 215–223.
- Doorenbos, J. and H.A. Kassam, 1981. Yield Responsse to Water. 2nd Ed. FAO. Rome.
- Fagi, A.M. dan F. Tangkuman, 1985. Pengelolaan air untuk kedelai. P. 135–157 Dalam Somaadmadja S. *et al.* (Eds.) Kedelai. Puslitbang Tanaman Pangan Bogor.
- Faver, K.L., T.J. Gerik, P.M. Thaxton and K.M. El-Zik, 1996. Late season water stress in cotton: II. Leaf gas exchange and assimilation capacity. Crop Sci. 36:922–928.
- Galston, A.W., P.D. Davies, and R.L. Satter. 1980. The Life of the Green Plant. Prentice Hall, INC, Englewood Cliffs. New Jersey. p. 138–167.
- Greenway, H., R. Munns, 1980. Mekanism of salt tolerance in non-holophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31: 149–190.
- Hanson, A.P., W.D Hitz, 1982. Metabolic response of mesophytes to plant water deficits. Annu. Plant Physiol. 31: 149–190.
- Harsono, A. 1999. Teknologi budidaya kacang tanah spesifik lokasi di lahan tegal dan sawah. Makalah Pelatihan Produksi Benih Kacang Tanah. Balitkabi Malang. hlm 30–44.
- Harsono, A. 2000. Optimasi pemanfaatan lengas tanah untuk bertanam kacang tanah di lahan kering setelah jagung. Laporan hasil penelitian Balitkabi. 2000 Buku II. Hlm. 29–37.
- Harsono, A. Tohari, D. Indradewa dan T. Adisarwanto 2005. Respon beberapa genotipe kacang tanah terhadap cekaman kekeringan pada periode pertumbuhan tanaman yang berbeda. Habitat 15(3): 175–189.
- Harsono, A., Sudaryono, dan B.S. Santoso. 2006. Maksimalisasi pemanfaatan radiasi matahari secara kultur teknis pada kedelai di lahan kering masam. Laporan Tahunan Balitkabi 2006. Balitkabi. Malang. 18 p.
- Harsono, A., Sudaryono, dan B.S. Santoso. 2006. Maksimalisasi pemanfaatan radiasi matahari secara kultur teknis pada kedelai di lahan kering masam. Laporan Tahunan Balitkabi 2006. Balitkabi. Malang. 18 p.

- Harsono, A., T. Adisarwanto, Tohari, dan D. Indradewa. 2006. Mekanisme ketahanan kacang tanah terhadap kekeringan. hlm. 270–279. Peningkatan Produksi Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Puslitbang Tanaman Pangan Bogor.
- Harsono, H., R.D. Purwaningrahyu dan A. Taufiq 2007. Pengelolaan air dan drainase pada budidaya kedelai. Puslitbang Tanaman Pangan 2007. Hlm. 253–281.
- Hidayat, A., S. Hardjowigeno, M. Soekardi dan S. Sabihan, 2002. Peranan oksida besi terhadap sifat tanah berpelapukan lanjut. *J. Tanah dan Iklim*. 20: 47–55.
- Hillel, D., 1982: *Introduction to Soil Physics*. New York, Academic Press.
- Hudak, C.M., and R.P. Patterson. 1995. Vegetative growth analysis of soybean plant introduction. *Crop Sci*. 35: 464–471.
- Indrawati. 1998. Pengaruh Mulsa Terhadap Sifat Fisik Tanah dan Hasil Kacang Hijau. Thesis Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Jenny, H. 1980. *The Soil Resource: Origin and Behavior*. Springer-Verlag, New York. 377 p.
- Johansen, C., B. Baldev, J.B. Brouwer, W. Erskine, W.A. Jermyn, L.J. Lang, B.A. Malik, A. Miah dan S.N. Silim, 1994. Biotic and abiotic stresses constraining productivity of cool season food legumes in Asia, Africa and Oceania. p. 175–194. In *Expanding the production and use of cool season food legumes*. Muehlbauer, F.J. and W.J. Kaiser (Eds.). Kluwer, Acad. Publ. Dordrecht, the Netherlands.
- Kari, Azwir, dan Nuralini. 1993. Pengaruh populasi tanaman dan pengairan terhadap hasil kacang tanah pada musim kering. hlm. 96–103. Risalah Seminar Balai Penelitian Tanaman Pangan. Sukarami.
- Kasim, H. dan Djunainah, 1993. Deskripsi varietas unggul palawija. Dep. Pertanian. Hlm. 93–144.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, Trustinah, dan A. Munip, 1998. GH 1697. Galur kacang tanah hasil tinggi toleran kekeringan, tahan masam dan penyakit daun. Balitkabi Malang.
- Knuti, L.L, D.L. Williams, dan J.C. Hide, 1984. *Profitable Soil Management*. Fourth edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 294 pages.
- Landon, J.R. 1984. *Booker Tropical Soil Manual: A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics*. Booker Agric. Internat. Ltd: England, p. 450.
- Levitt, L. 1980. Responses of plants to environment stresses. p. 25–210. Dep. of Plant Biology. Carnegie Ins. of Washington Stanford, California.
- Manwan, I. Sumarno, A.S. Karama, A.M. Fagi. 1990. Teknologi peningkatan produksi kedelai di Indonesia. Puslitbangtan. Bogor. 49 hlm.
- Mubiyanto, B. M. 1997. Tanggapan tanaman kopi. terhadap cekaman air. *Warta Puslit Kopi dan Kakao* 13(2): 83–95.
- Nielson, D.W. and N.O. Nelson, 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. *Crop Sci*. 38: 422–427.
- Oldeman, L.R. 1975. An agro-climatic map of Java, *Contrib. Cent. Res. Inst. Agric. Bogor*, 17. 22 p. + map.
- Olness, A., and D. Archer. 2005. Effect of organic carbon on available water in soil. *Soil Sci*. 170: 90–101.
- Pahalwan, D. K. and R. S. Tripathi, 1984. Irrigation scheduling based on evaporation and crop water requirement for summer peanut. *Peanut Sci*. 11: 4–6.
- Paleg, L. G. and D. Aspinall. 1981. The physiology and Biochemistry of drought resistance in plants. Acad. Press. San Fransisco. p. 15–35.
- Pallas, J.E. Jr., J.R. Koske, 1979. Effects of drought on florunner peanuts. *Agron. J*. 71: 583–858.
- Pirngadi, K dan H. Pane 2004. Pemberian bahan organik, kalium dan teknik penyiapan lahan untuk padi gogorancah. *Penel. Pert. Tan. Pangan* 23(3): 177–184.

- Rao, R.C.N., J.H. Williams, and M. Singh, 1989. Genotypic sensitivity to drought and yield potential of peanut. *Agron. J.* 81: 887–893.
- Reddy, P.R. 1988. Physiology. p. 77–118. In P.S. Reddy (Eds.) *Groundnut*. Indian Council of Agri. Res. New Delhi.
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth, California, pp: 451–497.
- Slatyer, R.O. 1959. Physiological significance of internal water relations to crop yield. p. 53–83. In Meyer, B.S. and D.B. Anderson (Eds.). *Plant Physiology*. D. Van Norstrand company INC. Princeton, New Jersey, New York.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Subowo, I. Anas, G. Djajakirana, A. Abdurahman, dan S. Hardjowigono, 2002. Pemanfaatan cacing tanah untuk meningkatkan produktivitas Ultisol lahan kering. *J. Tanah dan Iklim* 20: 35–46.
- Sunardi, A. Taufiq, Sutrisno, dan A. Winarto 2002. Laporan tahunan Balitkabi tahun 2001. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan umbi-umbian. Malang. 104 hlm.
- Suyanto, H. 1993. Hara Mineral dan Pengelolaan Air pada tanaman Kacang tanah. *Dalam* Kasno, A. Winarto, A., Sunardi. (Peny.). *Kacang Tanah*. Malang: Monograf Balittan Malang No 12. hlm 108–137.
- Tan, K.H. 1982. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker Inc., Madison, New York, USA
- Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. p. 344–371. In Mussell and Staples (Eds). *Stress Physiology in Crop Plants*. J. Wiley & Sons, Inc. New York.
- Wothington, J. W. and J. R. Schmidt. 1994. Water requirements of peanut as measured in No-watering lysimeters. *Proc. Amer. Peanut Res. Educ. Soc. Inc.* 26: 76.
- Wright. F.S., D.M. Potter, N. L. Powell, and B.B. Ross, 1986. Irrigation and tillage effect on peanut yield in Virginia. *Peanut Sci.* 13: 89–92.

PENGELOLAAN GULMA PADA TANAMAN KACANG TANAH

Arief Harsono ¹⁾ dan Eko Widaryanto ²⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, ²⁾ Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

PENDAHULUAN

Kacang tanah merupakan tanaman penghasil uang (cash crops) yang mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi bagi petani. Meskipun demikian teknik budidaya kacang tanah yang diterapkan petani terutama dalam hal pengendalian gulma umumnya belum optimal. Oleh karena itu, tanaman kacang tanah sering mendapat gangguan gulma dengan populasi cukup tinggi, yang berakibat tanaman tidak mampu memberikan hasil polong secara maksimal. Gangguan gulma tersebut, apabila tidak dikendalikan dengan baik dapat menyebabkan kehilangan hasil 18–88% (Harsono dan Rahmianna 1992; Clewis *et al.* 2001). Gangguan gulma yang cukup merugikan ini antara lain disebabkan pertumbuhan vegetatif kacang tanah tergolong lambat, sehingga kanopinya tidak dapat menutup permukaan tanah dengan segera seperti pada tanaman kacang-kacangan lain. Sifat tumbuh ini akan memberi peluang bagi tumbuhnya gulma, karena kanopi tanaman baru dapat menutup permukaan tanah pada umur 30–40 hari. Penyiapan lahan untuk bertanam kacang tanah yang menghendaki pengolahan tanah yang gembur, juga sangat mendukung perkembangan, pertumbuhan dan perkembangan gulma. Apabila populasi gulma tidak dikendalikan dengan baik, maka faktor-faktor yang mendukung pertumbuhan tanaman seperti air, hara, cahaya dan ruang tumbuh tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman kacang tanah secara optimum, sehingga tanaman akan memberikan hasil di bawah potensinya.

Kehadiran gulma dengan populasi yang rendah, umumnya tidak terlalu mengganggu pertumbuhan dan hasil kacang tanah, tetapi pada populasi tertentu dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan hasil kacang tanah, dan menyulitkan proses panen. Oleh karena itu agar bertanam kacang tanah dapat memberikan hasil dan keuntungan maksimal, maka gangguan gulma sedapat mungkin dikendalikan.

GULMA PADA KACANG TANAH

Gulma atau tumbuhan pengganggu, sebenarnya telah ada sejak manusia mengusahakan tanaman budidaya. Konsepsi tentang apa yang disebut dengan gulma amatlah luas, yaitu tidak saja tumbuhan yang merugikan tanaman budidaya, tetapi semua tumbuhan yang belum diketahui manfaatnya dapat digolongkan sebagai gulma (Sastroutomo 1990). Oleh karena sifatnya yang merugikan, maka keberadaan gulma di antara tanaman budidaya perlu dikendalikan.

Jumlah gulma yang ada di muka bumi menurut Rodgers *dalam* Gupta (1984) lebih dari 30.000 spesies, sebanyak 18.000 spesies merupakan gulma yang sering menyebabkan penurunan hasil tanaman budidaya. Menurut Buchanan *et al.* (1982), gulma yang sering mengganggu tanaman kacang tanah mencapai 34 spesies (Tabel 1). Di Indonesia, menurut Sastroutomo (1990), gulma yang sering mengganggu tanaman kacang tanah ada 42 jenis, terdiri atas 14 jenis rerumputan, 4 jenis teki-teki dan 24 jenis berdaun lebar. Dari 42 jenis tersebut, ada sepuluh jenis yang dominan yaitu: *Echinochloa colona* (tuton), *Digitaria ciliaris* (putihan), *Cyperus rotundus* (teki), *Eleusine indica* (lulungan), *Ageratum conyzoides* (wedusan), *Phyllanthus niruri* (meniran), *Portulaca oleracea* (krokot), *Physalis*

minina (ceplukan), *Cynodon dactylon* (grinting) dan *Cyperus iria*. Moenandir (1985) melaporkan bahwa gulma *Cyperus rotundus*, *Digitaria ciliaris*, *Eleusine indica*, dan *Comelina nudiflora* (jeboran) rentan terhadap pengaruh naungan, sehingga apabila tanaman kacang tanah tumbuh lebih cepat, atau ditumpangsarikan dengan tanaman yang lebih tinggi akan menghasilkan naungan sehingga pertumbuhan gulma-gulma tersebut tertekan.

Tabel 1. Jenis-jenis gulma yang sering mengganggu tanaman kacang tanah.

No.	Nama latin gulma	No.	Nama latin gulma
1	<i>Echinocloa crus-galli</i> (L.) Beauv	18	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.
2	<i>Desmodium lortuosum</i> (SW.) DC	19	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.
3	<i>Mollugo verticillata</i>	20	<i>Cyperus rotundus</i> L.
4	<i>Xanthium pensylvanicum</i> Wallr.	21	<i>Cyperus esculentus</i> L.
5	<i>Acalypha</i> spp.	22	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Mich.
6	<i>Digitaria</i> spp.	23	<i>Panicum texanum</i> Buckl.
7	<i>Croton</i> spp.	24	<i>Amaranthus</i> spp.
8	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Richter	25	<i>Portulaca oleracea</i> L.
9	<i>Setaria</i> spp.	26	<i>Richardia scabra</i> L.
10	<i>Eleusine indicata</i> (L.) Gaertn.	27	<i>Ambrosia</i> spp.
11	<i>Indigofera hirsute</i>	28	<i>Cenchrus</i> spp.
12	<i>Baptisia indigo</i>	29	<i>Cyperus</i> spp.
13	<i>Solatum carolinense</i> L.	30	<i>Cassia obtusifolia</i> L.
14	<i>Datura stramonium</i> L.	31	<i>Sida</i> spp.
15	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	32	<i>Liracharia platyphylla</i> (Griseb.) Nash.
16	<i>Chenopodium album</i> L.	33	<i>Polygonum pensylvanicum</i> L.
17	<i>Jacquemontia tamnifolia</i> (L.) Griseb.	34	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.

Sumber: Buchanan *et al.* 1982.

Kebiasaan cara tanam kacang tanah dengan jarak tanam tidak teratur dan bakal polong (ginofor) yang terbentuk di atas tanah dan berkembang di dalam tanah, menyulitkan pengendalian gulma. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian besar pengendalian gulma dilakukan secara manual yang membutuhkan tenaga dan biaya cukup besar, sehingga tidak efisien. Sementara itu, pengendalian gulma secara mekanis dengan traktor sulit dilakukan. Demikian pula pengendalian gulma dengan herbisida juga sering mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Harsono *et al.* (2012) melaporkan penggunaan herbisida kontak berbahan aktif “parakuat diklorida”, dan atau herbisida sistemik berbahan aktif “isopropilamina glifosat” pada periode vegetatif (umur 3–4 minggu) mengakibatkan keracunan dan menghambat pertumbuhan tanaman, terutama herbisida yang bersifat sistemik. Kondisi tersebut, selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil polong kacang tanah. Oleh karena itu, pengendalian gulma secara kimiawi sebaiknya menggunakan herbisida pratumbuh atau pasca tumbuh yang benar-benar selektif.

DISTRIBUSI GULMA

Jenis gulma yang tumbuh di suatu lahan biasanya sesuai dengan kondisi lahan yang ada. Gulma yang tumbuh di lahan sawah jenisnya berbeda dengan di lahan tegal atau perkebunan. Secara umum, jenis gulma yang tumbuh di dataran tinggi lebih banyak daripada di dataran rendah, tetapi jumlah individunya lebih sedikit (Tjitrosoedirdjo *et al.*,

1984). Untuk memudahkan pengelompokkan jenis gulma yang tumbuh di suatu lahan, dibuat klasifikasi. Menurut Sastroutomo (1990), klasifikasi yang paling sederhana dan umum digunakan adalah berdasarkan habitatnya. Beberapa kelompok gulma penting berdasarkan habitatnya dapat digolongkan menjadi gulma agrestal, gulma ruderal, gulma padang rumput, gulma air, gulma hutan dan gulma lingkungan. Kelompok gulma yang penting dalam budidaya tanaman adalah Agrestal, yaitu gulma-gulma di lahan pertanian. Selanjutnya jenis gulma Agrestal masih dapat dikelompokkan lagi menjadi gulma semusim dan tahunan. Gulma yang sering mengganggu tanaman kacang tanah adalah gulma semusim. Jenis gulma ini dapat dibagi menjadi kelompok gulma berdaun lebar, berdaun sempit (Graminae) dan gulma berdaun pita (Sedges).

Kondisi tanah yang mempengaruhi sebaran gulma di antaranya adalah derajat keasaman (pH), kelembaban, tekstur, dan kandungan hara. Pengaruh kondisi tanah terhadap distribusi gulma adalah sebagai berikut.

Derajat Kemasaman (pH) Tanah

Derajat kemasaman (pH) tanah lebih menentukan jenis-jenis gulma yang tumbuh di suatu lahan dibandingkan dengan kelas iklim. Gulma-gulma seperti *Rumex acetosella* dan *Pteridium* spp. pada tanah masam pertumbuhannya lebih dominan dibanding jenis-jenis gulma yang lain. Pada tanah dengan pH tinggi (basa), gulma *Taraxacum officinale*, *Salsola kali*, *Polygonum* spp., *Atriplex* spp., dan *Distichlis stricta* tumbuh lebih baik. Gulma kebanyakan dapat tumbuh dalam kisaran pH yang lebih tinggi dibanding tanaman budidaya, seperti kacang tanah dan kacang-kacangan lain yang menghendaki pH tanah netral (pH 6–7) (Gupta 1984, Sumarno 1986).

Tekstur Tanah

Tekstur tanah erat kaitannya dengan kemampuan tanah dalam menahan air yang diperlukan tanaman, juga menentukan jenis gulma yang tumbuh. Gulma *Tribulus terrestris* dan *Euphorbia* spp., akan tumbuh lebih dominan pada tanah berpasir yang kurang dapat menahan air dibanding jenis-jenis gulma lain. Sebaliknya *Sorghum halepense* tumbuh lebih dominan pada tanah berat dengan daya simpan air yang tinggi. Sementara itu *Echinochloa colona* dan *Fimbristylis miliacea* memerlukan tanah yang lembab untuk mendapatkan media tumbuh yang optimal.

Kondisi Hara Tanah

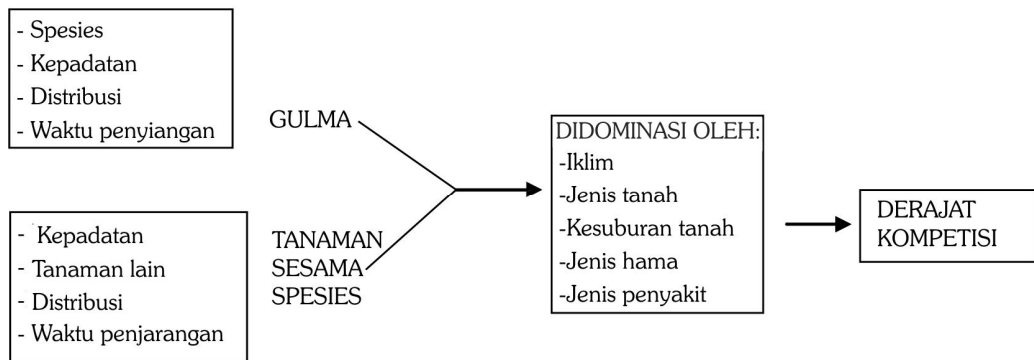
Respons beberapa jenis gulma terhadap kondisi hara tanah juga berbeda. Gulma *Desmodium* dan *Stellaria* spp. pertumbuhannya sangat tertekan di tanah yang mengandung P dan K rendah, tetapi *Clotalaria*, *Ipomoea*, *Carolina*, dan *Cassia* spp. sangat toleran terhadap tanah yang mengandung fosfor rendah. Sementara itu *Plantago* dan *Rumex* spp tumbuh baik pada tanah yang mengandung kalium rendah (Gupta 1984).

Data tentang sifat-sifat gulma dalam kaitannya dengan kondisi lingkungan tersebut masih sangat terbatas. Apabila didapatkan data yang lebih lengkap, maka prediksi jenis-jenis gulma yang tumbuh pada lingkungan tertentu dapat lebih mudah diduga. Hal ini akan sangat membantu dalam menentukan langkah-langkah awal untuk melakukan pengendalian.

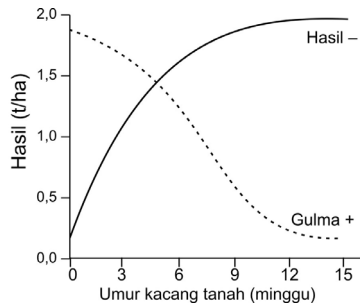
KEHILANGAN HASIL AKIBAT GANGGUAN GULMA

Pertumbuhan vegetatif kacang tanah pada awalnya agak lamban. Biji memerlukan waktu 5 hingga 10 hari untuk berkecambah dan muncul di permukaan tanah, bahkan untuk biji-biji yang berukuran lebih besar dapat tumbuh lebih lambat. Oleh karena itu, tanah baru tertutup kanopi setelah tanaman berumur 25–40 hari, sedangkan biji-biji gulma berkecambah dan tumbuh lebih cepat terutama di daerah tropik. Akibatnya tanaman mendapat persaingan dengan gulma untuk mendapatkan air, hara, cahaya, ruang tumbuh dan faktor-faktor tumbuh yang lain. Hal demikian kurang menguntungkan bagi tanaman kacang tanah, sehingga apabila pengendalian gulma terlambat dilakukan akan mengakibatkan penurunan hasil yang cukup besar. Besarnya penurunan hasil akibat gangguan gulma ditentukan oleh derajat kompetisi yang besarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya seperti jenis dan kepadatan gulma, adanya tanaman lain, kondisi iklim, kesuburan tanah, dan gangguan hama/penyakit (Gambar 1). Makin besar derajat kompetisi, akan mengakibatkan penurunan hasil tanaman yang lebih besar.

Kehilangan hasil kacang tanah akibat gangguan gulma dapat berkisar antara 20 hingga 80%, bergantung pada jenis dan kepadatan gulma, serta waktu terjadinya gangguan gulma. Menurut Buchanan *et al.* (1982), gulma yang mempunyai kesamaan dengan tanaman kacang tanah dalam hal tipe daun, sistem perakaran dan cara bereproduksi, mempunyai kemampuan bersaing yang lebih besar dibanding jenis-jenis gulma yang berbeda dengan kacang tanah. Lavabre (1991) melaporkan bahwa penundaan waktu penyiangan hingga kacang tanah berumur 21 hari di Senegal menurunkan hasil polong 28% dan bobot brangkasan 38%. Di Mali penundaan penyiangan hingga umur 35 hari menurunkan hasil polong 33% dan bobot brangkasan 43%. Menurut Moenandir dan Murdiati (1990), periode kritis tanaman kacang tanah terhadap gangguan gulma terletak pada umur 3–9 minggu. Gulma yang tumbuh sebelum tanaman berumur 3 minggu dan setelah berumur 9 minggu tidak mengakibatkan penurunan hasil yang berarti (Gambar 2).



Gambar 1. Faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kompetisi antara tanaman budidaya dengan gulma (Sastroutomo 1990).



Gambar 2. Pengaruh gulma pada berbagai periode tumbuh tanaman terhadap hasil kacang tanah. Sumber: Moenandir dan Mardiaty 1990.

Penelitian Houser dan Raham *dalam* Buchanan (1994) selama 8 tahun menunjukkan bahwa kerugian akibat gulma pada kacang tanah rata-rata 20%. Penurunan hasil dapat berkisar antara 1 hingga 59% bergantung pada kepadatan gulma. Gulma yang dominan tumbuh bersama kacang tanah adalah jenis *Digitaria* spp. Menurut Buchanan *et al.* (1982) *Cassia obtusifolia* L. yang tumbuh bersama kacang tanah sepanjang periode tumbuh tanaman dapat menurunkan hasil 61%. *Cyperus esculentus* L. dan gulma tahunan menurunkan hasil kacang tanah 80%. Sedangkan keberadaan gulma *Panicum* dapat menurunkan hasil hingga 90% (Yark dan Cuble 1977).

Hill dan Suntelman *dalam* Buchanan *et al.* (1982) melaporkan bahwa hasil kacang tanah di Oklahoma tidak berkurang apabila dilakukan penyiangan umur tiga minggu dan selanjutnya tanaman dijaga agar bebas dari gangguan gulma. Hasil kacang tanah akan berkurang bila tanaman berkompetisi dengan gulma dalam kurun waktu 4 hingga 8 minggu setelah tanam. Apabila tanaman dapat dipertahankan bebas gulma paling sedikit 6 minggu setelah tanam, tidak ada penurunan hasil akibat kompetisi dengan gulma, sebab gulma baru tumbuh setelah melewati periode kritis. Hal ini sesuai dengan temuan Moenandir dan Mardiaty (1990).

Di Indonesia gangguan gulma dapat menurunkan hasil kacang tanah cukup besar. Harsono dan Rahmianna (1992) melaporkan bahwa tidak dilakukannya penyiangan dapat menurunkan hasil kacang tanah 30 dan 40% masing-masing dibandingkan dengan disiang sekali dan dua kali. Sutarto *et al.* (1983), Sudiman dkk. (1978), Moenandir dan Mardiaty (1990) masing-masing melaporkan bahwa tidak dilakukannya penyiangan pada kacang tanah dapat menurunkan hasil 50, 79 dan 84%.

DAYA SAING GULMA

Kemampuan gulma dalam menekan pertumbuhan dan menurunkan hasil kacang tanah berbeda bergantung pada jenis gulma maupun jenis (varietas) kacang tanah yang ditanam. Kompetisi yang timbul antara gulma dengan kacang tanah ditentukan kemampuan kedua komoditas dalam memanfaatkan faktor tumbuh dari lingkungan yang ada. Apabila tanaman tumbuh lebih cepat akan mempunyai daya saing lebih tinggi daripada gulma. Namun secara umum, jenis dan populasi gulma akan menentukan derajat kompetisi antara gulma dengan tanaman kacang tanah. Rowson *dalam* Buchanan *et al.* (1982) melaporkan bahwa *Ipomoea purpurea* L. Roth dapat menurunkan hasil kacang tanah sekitar 7,5%, *Xanthium pungens* Wallr dapat menurunkan hasil hingga 15% jika dalam 0,3 m² terdapat satu gulma. Yark dan Cable (1977) melaporkan bahwa satu *Panicum dichoto-*

miflorum Mich dalam 4,8 m dan 0,3 barisan tanaman kacang tanah masing-masing dapat menurunkan hasil 25 dan 69%. Sedangkan Sutarto dan Bangun (1990) melaporkan bahwa populasi teki sebanyak 15 per 8 kg tanah sebagai media tumbuh dapat menurunkan hasil kacang tanah 25%. Selanjutnya, ekstrak teki segar sebanyak 300 g/250 mm air menekan tinggi tanaman kacang tanah 41%, kandungan klorofil 27%, dan hasil 44% dibanding tanaman yang tidak diberi ekstrak teki karena teki sebagai sumber alelopat yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman kacang tanah. Everaarts (1991) melaporkan bahwa keberadaan gulma menghambat laju pertumbuhan tanaman dan perkembangan polong kacang tanah pada setiap periode tumbuh (Tabel 2). Kemampuan gulma dalam menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil tanaman budidaya erat kaitannya dengan kemampuan gulma dalam memanfaatkan hara, air dan cahaya.

Tabel 2. Laju pertumbuhan tanaman dan polong kacang tanah dengan dan tanpa pengendalian gulma.

Bagian tanaman	Pengendalian gulma	Pertumbuhan (kg/ha/hari) pada periode umur (hari)				
		17–31	31–53	53–66	66–80	80–95
Tanaman di atas tanah	Bebas gulma	40	144	107	82	49
	Tanpa pengendalian	41	122	61	66	91
Polong	Bebas gulma	–	–	92	75	49
	Tanpa pengendalian	–	–	66	60	54

Sumber: Everaarts 1991.

Kemampuan Gulma dalam Menyerap Hara

Hasil analisis jaringan gulma menunjukkan bahwa beberapa jenis gulma mengandung N, P₂O₅ dan K₂O lebih besar dari tanaman budidaya (Tabel 3). Hal itu menunjukkan bahwa jenis-jenis gulma tersebut menyerap hara lebih efisien (banyak) daripada tanaman budidaya. Dengan kata lain gulma tersebut menjadi pesaing kuat bagi tanaman untuk mendapatkan hara tanah. Gulma *Amaranthus viridis*, *Cassia accidentalis* dan *Echinochloa colonum* menyerap N sangat tinggi. Demikian pula *Digitaria sanguinalis*, *Solatum xanthocarpum*, dan *Achyranthus aspera* menyerap P₂O₅ relatif tinggi. Gulma yang menyerap K₂O tinggi adalah *Amaranthus viridis*, *Chenopodium album*, *Cheome viscosa*, *Digitaria sanguinalis* dan *Portulaca quadrifida*. Gulma-gulma yang menyerap N, P₂O₅ dan K₂O tinggi, mempunyai daya saing kuat dalam menyerap jenis hara–hara tersebut, sehingga keberadaannya sangat merugikan tanaman budidaya (Pulsford 1978; Gupta 1984).

Everaarts (1991) melaporkan bahwa serapan hara NPK oleh tanaman kacang tanah bebas gulma lebih tinggi dibanding oleh tanaman kacang tanah yang tanpa pengendalian gulma (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan gulma di antara tanaman kacang tanah, akan menimbulkan kompetisi terhadap serapan hara antara tanaman kacang tanah dengan gulma, sehingga berdampak pada menurunnya pertumbuhan dan hasil kacang tanah.

Tabel 3. Kandungan N, P₂O₅ dan K₂O pada beragam jenis gulma dan tanaman budidaya.

Spesies tanaman	Kandungan (% bahan kering)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Gulma			
<i>Achyranthus aspera</i>	2,210	1,63*	1,32
<i>Amaranthus viridis</i>	3,16	0,06	4,51
<i>Argemone madcana</i>	1,01	1,36	1,33
<i>Cassia accidemalis</i>	3,08	1,56*	2,31
<i>Chanapodium album</i>	2,59	0,37	4,34
<i>Cleome viscase</i>	1,96	1,53	5,81
<i>Commelina</i>	2,02	1,46	1,86
<i>Canvolvulus arvensis</i>	2,02	1,01	2,00
<i>Corchorus acutangulus</i>	1,87	0,90	2,53
<i>Cynodon dactylon</i>	1,72	0,25	1,75
<i>Cyperus rotundus</i>	2,17*	0,26	2,73
<i>Dactyloctenium</i>	2,78*	0,24	1,64
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2,00	3,36*	3,48
<i>Echinichloa colonum</i>	2,98**	0,40	2,96
<i>Eclipta alba</i>	1,16	1,49	1,52
<i>Euphorbia hirta</i>	1,98	1,53*	1,96
<i>Melilotus alba</i>	2,45*	1,53	1,85
<i>Portulaca quadrifida</i>	2,40*	0,09	4,57*
<i>Solanum Xaruhocarpum</i>	2,59	1,63'	2,12
<i>Sorghum halepense</i>	0,69	0,26	0,83
<i>Trianthema monogyna</i>	3,34*	0,30	1,15
<i>Xanthium stramarium</i>	2,47	0,63	2,54
Tanaman budidaya			
<i>Oriza sativa</i>	1,13	0,34	1,10
<i>Saccharum officinarum</i>	0,33	0,19	0,67
<i>Triticum aestivum</i>	1,33	0,59	1,44
<i>Arachis hypogaea</i>	3,44	0,27	2,44

* = Tinggi; ** = Sangat tinggi. Sumber: Pulsford, 1978 ; Gupta, 1984.

Kemampuan Gulma dalam Menyerap Air

Kemampuan gulma memanfaatkan air, akan menjadi petunjuk bahwa gulma tersebut dapat menjadi pesaing yang cukup kuat terhadap tanaman. Hal tersebut dapat dilihat dari koefisien transpirasi pada gulma yang tumbuh bersama tanaman. Makin tinggi koefisien transpirasi suatu gulma, akan menyerap air lebih besar. Dengan demikian gulma tersebut merupakan pesaing kuat bagi tanaman untuk memanfaatkan air tanah yang tersedia. *Tephrosia purpurea* dan *Tridax procumbens* mempunyai koefisien transpirasi sangat tinggi, sehingga menjadi pesaing kuat tanaman budidaya untuk mendapatkan air tanah (Tabel 5).

Tabel 4. Serapan hara oleh tanaman kacang tanah pada budidaya kacang tanah dengan pengendalian dan tanpa pengendalian gulma.

Jenis hara	Pengendalian gulma	Serapan hara (kg/ha) pada umur (hari)		
		53	66	80
N	Bebas gulma	106	173	213
	Tanpa pengendalian	91	140	177
P	Bebas gulma	10,3	13,7	16,7
	Tanpa pengendalian	9,7	10,7	13,7
K	Bebas gulma	98	120	137
	Tanpa pengendalian	84	100	93

Sumber: Everaarts 1991.

Tabel 5. Koefisien transpirasi beberapa jenis gulma dan tanaman budidaya (Gupta 1984).

Spesies tanaman	Koefisien transpirasi (Q)
Gulma	
<i>Amaranthus viridis</i>	336
<i>Cynodon dactylon</i>	813
<i>Digitaria sanguinalis</i>	696
<i>Echinochloa colonum</i>	674
<i>Ischacnum pilasum</i>	556
<i>Salsola kali</i> var. <i>tenuifolia</i>	542
<i>Tephrosia purpurica</i>	1.108
<i>Tribulus terrestris</i>	211
<i>Tridax procumbens</i>	1.402
<i>Xanthium strumarium</i>	331
Tanaman budidaya	
<i>Zea mays</i>	352
<i>Sorghum vulgare</i>	394

Sumber: Gupta 1984.

Kemampuan Gulma dalam Memanfaatkan Cahaya

Tinggi gulma erat kaitannya dengan kemampuan gulma dalam memanfaatkan cahaya, sehingga jenis-jenis gulma yang tumbuh lebih tinggi dan subur dari tanaman kacang tanah merupakan pesaing yang kuat bagi tanaman untuk mendapatkan cahaya. Kompetisi cahaya biasanya lebih banyak terjadi pada awal pertumbuhan kacang tanah, sebab awal pertumbuhan vegetatif kacang tanah relatif lambat sementara pertumbuhan berbagai jenis gulma sangat cepat. Oleh karena itu, apabila tidak segera dilakukan pengendalian, pertumbuhan gulma akan lebih dominan daripada kacang tanah. Keadaan gulma yang demikian di samping menjadi pesaing kuat untuk mendapatkan cahaya, juga sebagai pesaing tanaman untuk mendapatkan hara, air dan ruang tumbuh.

Gangguan gulma terhadap tanaman budidaya secara umum adalah:

1. Kompetisi langsung untuk memanfaatkan sumberdaya alam yang ada dan input yang diberikan pada tanaman. Kompetisi ini terutama dalam hal mendapatkan air, hara dan cahaya.
2. Menurunkan hasil melalui racun (alelopat) yang dikeluarkan dan menghambat

pertumbuhan tanaman. Dalam hal ini lebih populer disebut dengan allelopati.

3. Menjadi inang hama dan penyakit pengganggu tanaman yang menurunkan hasil.
4. Mengganggu aktivitas panen, sehingga meningkatkan biaya panen dan merugikan hasil.
5. Pengendalian gulma kadangkala dapat merusak tanaman sehingga menurunkan hasil.
6. Gulma dapat menurunkan kualitas hasil panen karena tercampur oleh gulma.
7. Beberapa gulma bersifat parasit, seperti striga yang merugikan tanaman sorgum.

PENGENDALIAN GULMA

Pengendalian gulma adalah usaha untuk menekan populasi gulma sampai jumlah tertentu hingga tidak menimbulkan gangguan terhadap tanaman. Agar pengendalian gulma dapat dilaksanakan dengan efisien, maka harus dilakukan pada awal pertumbuhan (periode kritis) tanaman. Gulma yang tumbuh setelah periode kritis tidak perlu dikendalikan lagi, karena keberadaannya tidak merugikan. Periode kritis tanaman kacang tanah terhadap gangguan gulma menurut Moenandir dan Murdiati (1990) terletak di antara umur 3–9 minggu setelah tanam. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil kacang tanah yang optimal, pada periode tersebut gangguan gulma harus dapat ditekan serendah mungkin.

Usaha untuk menghindari kerugian akibat gangguan gulma pada tanaman ada tiga cara yaitu:

1. Preventif: mencegah perkembangbiakan dan penyebaran gulma baik melalui biji maupun melalui bagian vegetatif.
2. Eradikatif: pengendalian gulma dengan cara memusnahkan gulma sebelum berbunga dan berbiji sehingga gulma tidak tumbuh lagi. Cara ini baik untuk hamparan kecil dan datar, tetapi sangat mahal untuk hamparan yang luas, dan kurang baik untuk tanah yang miring karena dapat menimbulkan erosi.
3. Pengendalian: usaha untuk menekan populasi gulma sampai jumlah tertentu hingga tidak menimbulkan gangguan terhadap tanaman.

Pengendalian gulma dapat dilakukan secara mekanis, kultur teknis, hayati, kimiawi atau terpadu. Pengendalian gulma secara terpadu dapat memberikan hasil yang terbaik, karena memadukan berbagai cara pengendalian gulma sehingga dapat menekan atau mematikan gulma. Namun demikian, pengendalian secara terpadu sering memerlukan biaya yang lebih besar. Agar pengendalian gulma dapat berhasil baik dengan biaya yang lebih murah, perlu memilih cara yang lebih efisien. Tahapan kerja yang harus dilakukan untuk memilih cara pengendalian gulma agar lebih efisien adalah:

1. Melakukan identifikasi gulma secara akurat, sehingga dapat diketahui jenis-jenis gulma dominan yang perlu mendapat perhatian dalam pengendalian.
2. Mempelajari masalah timbulnya gulma, apakah gulma dapat ditekan dengan pola tanam atau cara tanam.
3. Mempertimbangkan, apakah dengan pengendalian secara sederhana (mekanik) dengan memanfaatkan sumberdaya yang ada dapat memberikan hasil yang baik.
4. Apabila diperlukan, dapat dipertimbangkan penggunaan herbisida yang disertai dengan cara pengendalian secara budidaya (ekologis) agar dapat memberikan hasil yang optimal.

5. Membandingkan alternatif-alternatif cara pengendalian gulma berdasarkan optimasi waktu, biaya, kemudahan pelaksanaan, daya berantas gulma dan risiko terkecil terhadap kerusakan lingkungan.
6. Memilih cara pengendalian gulma yang dianggap lebih ekonomis dan efisien berdasarkan kemampuan yang ada.

Berikut disampaikan beberapa alternatif cara pengendalian gulma yang dapat dipilih untuk mengendalikan gulma pada tanaman kacang tanah.

A. Pengendalian Gulma secara Mekanis

Cara pengendalian ini lebih banyak dilakukan dibanding cara lain, yaitu dengan jalan merusak bagian gulma secara mekanik, sehingga gulma tersebut pertumbuhannya terhambat atau mati. Pengendalian dengan cara ini antara lain dapat dilakukan dengan mengolah tanah, menyingang dengan cangkul atau sabit, mencabut atau membakar gulma.

Petani dalam bertanam kacang tanah, umumnya melakukan pengolahan tanah. Cara ini dilakukan dengan alasan polong kacang tanah berkembang di dalam tanah, sehingga untuk mendapatkan polong yang tumbuh optimal diperlukan tanah yang berstruktur remah. Pengolahan tanah yang bertujuan untuk mendapatkan media tumbuh yang baik tersebut, menurut Adisarwanto (1990) dapat menekan pertumbuhan gulma. Di Muneng pengolahan tanah dengan bajak dua kali dan digaru dua kali dapat menekan pertumbuhan gulma hingga umur 14 hari sebesar 66% dan pada umur 59 hari sebesar 4%. Pengolahan tanah yang sama tetapi menggunakan traktor tangan, yaitu dibajak dua kali dan digaru dua kali mampu menekan pertumbuhan gulma lebih baik yaitu 85% pada umur 14 hari dan 21% pada umur 56 hari, meski tidak meningkatkan hasil (Tabel 6). Hal ini disebabkan populasi gulma pada saat itu masih tergolong rendah, sehingga belum menimbulkan kompetisi yang berarti. Prawiradipura (1988) melaporkan bahwa penyiangan pada umur 21 hari dapat meningkatkan hasil kacang tanah cukup besar (Tabel 7). Pengendalian gulma pada awal periode tumbuh tanaman lebih penting daripada pada akhir periode tumbuh kacang tanah. Penyiangan pada umur 21 hari saja dapat memberikan hasil sama dengan penyiangan dua kali pada umur 21 dan 35 hari, 21 dan 42 hari atau umur 21 dan 56 hari. Di Cilacap, penyiangan pada umur 21 dan 56 hari memberikan hasil lebih tinggi daripada penyiangan pada umur 21 hari. Penyiangan pada umur 21 hari dapat menaikkan hasil 75–90% dibandingkan dengan tidak disiang. Penyiangan dengan cangkul satu kali pada umur 21 hari, dua kali pada umur 21 dan 42 hari menurut Harsono dan Rahmianna (1992) dapat menekan pertumbuhan gulma di Tuban pada umur 65 hari sebesar 57% dan 87%, serta meningkatkan hasil 44% dan 68% dibanding tanpa pengendalian gulma (Tabel 8).

Tabel 6. Bobot gulma dan hasil kacang tanah pada berbagai cara pengolahan tanah pada tanah Alfisol di Probolinggo Jawa Timur.

Pengolahan tanah	Bobot gulma (g/m ²) pada umur		Hasil polong kering (t/ha)
	14 hari	59 hari	
Tanpa diolah	45,35	91,14	0,92
Diolah secara alur dengan cangkul	104,89	106,82	1,14
Dibajak 2x, digaru 2x, dengan sapi	15,29	87,59	1,04
Dibajak 2x, digaru 2x dengan traktor	6,90	71,81	1,05

Sumber: Adisarwanto 1990.

Tabel 7. Hasil polong kacang tanah pada beberapa waktu penyiangan di Tasikmalaya dan Cilacap.

Pengendalian gulma	Hasil (t/ha)	
	Tasikmalaya	Cilacap
Tanpa penyiangan	0,64	0,3
Disiang umur 21 hari	1,12	1,10
Disiang umur 42 hari	1,32	0,63
Disiang umur 21 dan 35 hari	1,40	0,92
Disiang umur 21 dan 42 hari	1,28	0,89
Disiang umur 21 dan 56 hari	1,30	1,45

Sumber: Prawiradipura 1988.

Tabel 8. Bobot gulma dan hasil kacang tanah pada berbagai saat penyiangan pada tanah alfisol di Tuban.

Penyiangan	Bobot gulma pada umur 65 hari (g/m ²)	Hasil polong kering (t/ha)
Tidak disiang	126,4	1,31
Disiang umur 21 hari	41,5	1,89
Disiang umur 21 dan 42 hari	19,9	2,21

Sumber: Harsono dan Rahmianna 1992.

B. Pengendalian Gulma secara Kultur Teknis

Pengendalian gulma secara kultur teknis dapat dilakukan dengan memperbaiki sistem budidaya tanaman, yang antara lain dapat dilakukan dengan:

1. Menyediakan benih yang bebas dari biji gulma.
2. Mengatur jarak tanam yang diarahkan dapat memacu pertumbuhan tanaman sehingga dapat menekan pertumbuhan gulma.
3. Rotasi tanaman, karena dominasi gulma yang tumbuh pada setiap jenis tanaman akan berbeda.
4. Penggenangan untuk gulma darat.

C. Pengendalian Gulma secara Biologis

Pengendalian gulma secara biologis adalah pengendalian gulma menggunakan musuh-musuh alami, baik berupa hama, penyakit atau jamur untuk menekan atau mematikan gulma. Cara ini belum banyak dilakukan di Indonesia, karena terbatasnya musuh alami yang telah ditemukan. Beberapa syarat utama yang dibutuhkan agar suatu organisme dapat digunakan sebagai pengendali gulma adalah:

1. Tidak merusak tanaman budidaya atau jenis tanaman budidaya lainnya.
2. Siklus hidupnya sesuai dengan tanaman inang; artinya populasi organisme ini akan meningkat jika populasi gulmanya meningkat.
3. Mampu mematikan gulma, atau paling tidak dapat mencegah gulma membentuk biji/berkembang biak.
4. Mampu berkembang biak dan menyebar ke daerah-daerah lain yang ditumbuhi tanaman inangnya.

Contoh yang telah berhasil digunakan adalah: bebek untuk mengendalikan gulma pada tanaman padi; Kutu *Dactylopius tomentosus* dapat mengendalikan kaktus liar (*Apuntia matiare*); dan ikan Koan (sejenis kakap) dapat menekan populasi enceng gondok. Untuk jenis-jenis gulma pada kacang tanah belum banyak ditemukan. Oleh karena itu, kajian lebih lanjut guna menemukan organisme-organisme yang dapat digunakan masih diperlukan.

D. Pengendalian Gulma secara Kimiawi

Senyawa kimia yang dapat menghambat atau mematikan gulma disebut herbisida. Pemakaian herbisida untuk mengendalikan gulma telah diteliti sejak tahun 1949 (Buchanan *et al.* 1982). Dari pengalaman yang cukup panjang tersebut pemakaian herbisida ternyata mempunyai beberapa keuntungan antara lain:

1. Menghemat waktu dan tenaga kerja. Penyiangan untuk satu hektar lahan memerlukan 20–40 hari orang kerja (HOK), tetapi kalau disemprot dengan herbisida hanya memerlukan 3–4 HOK.
2. Herbisida dapat mengendalikan gulma yang tumbuh bersama tanaman budidaya yang sulit disiang.
3. Herbisida pratumbuh dapat mengendalikan gulma sejak awal.
4. Pemakaian herbisida dapat mengurangi kerusakan akar akibat penyiangan atau pembumbunan.
5. Pengendalian gulma dengan herbisida dapat memilih saat yang sesuai dengan waktu yang tersedia.
6. Herbisida mengurangi gangguan terhadap tanah, bahkan gulma yang mati dapat berfungsi sebagai mulsa dan pupuk organik.

Untuk dapat menggunakan herbisida dengan baik, perlu diketahui jenis dan sifat herbisida, serta jenis gulma yang akan dikendalikan. Dengan demikian, ada kesesuaian antara herbisida yang digunakan dengan gulma yang akan dikendalikan. Untuk memudahkan hal tersebut dibuat klasifikasi herbisida berdasarkan pergerakan dalam tanaman, waktu aplikasi, tempat pemberian, aktifitas, dan cara kerjanya sebagai berikut.

1. Pergerakan dalam tanaman
 - a. Herbisida kontak, yaitu herbisida yang hanya membunuh bagian tanaman yang terkena larutan saja. Contoh: Paraquat.
 - b. Herbisida sistemik, yaitu herbisida yang dapat ditranslokasikan ke jaringan tanaman, sehingga mampu membunuh seluruh jaringan tanaman baik yang ada di atas maupun di bawah permukaan tanah. Contoh : 2,4-D.
2. Waktu aplikasi
 - a. Pra-tanam (Pre planting); Herbisida disemprotkan pada gulma yang sedang tumbuh sebelum tanam. Contoh: Glifosat dan ECPT.
 - b. Pra-tumbuh (Pre emergence); Herbisida dipakai untuk mematikan gulma yang telah tumbuh bersama tanaman berkecambah. Contoh Nitralin, Metribuzin.
 - c. Pasca-tumbuh (Post emergence); Herbisida digunakan untuk mematikan gulma yang telah tumbuh bersama tanaman budidaya. Contoh : MCPA atau Propanil.

3. Tempat pemberian

- a. Melalui daun, yaitu larutan disemprotkan langsung ke daun gulma. Contoh: Glifosat.
- b. Melalui tanah, herbisida yang digunakan dapat berbentuk cairan atau butiran. Cara ini dilakukan untuk mencegah pertumbuhan biji, bertunasnya umbi, rimpang dan stolon. Contoh: Alachlor, Karbamat dan Thiokarbamat.

4. Selektivitas

- a. Selektif, herbisida dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan jenis gulma tertentu tetapi tidak membunuh tanaman budidaya. Contoh: Propanil membunuh gulma rumput-rumputan tetapi tidak membunuh padi. Herbisida 2,4-D membunuh gulma berdaun lebar tetapi tidak membunuh padi. Atrazine juga selektif apabila diaplikasikan pada tanaman jagung
- b. Non selektif, herbisida membunuh gulma dan tanaman budidaya. Contoh Paraquat membunuh semua tanaman yang mempunyai hijau daun.

5. Struktur kimia, yaitu herbisida digolongkan atas rumus bangun kimianya.

6. Cara kerja; Cara kerja herbisida berbeda-beda antara lain dengan:

- a. Merusak bentuk pertumbuhan karena mempunyai sifat sebagai zat tumbuh. Contoh: MCPA, 2,4-D, dan Micoprap.
- b. Menghambat pembelahan sel. Contoh: Dalapon dan Micoprap.
- c. Menghambat proses asimilasi dengan menghambat pembentukan klorofil. Contoh: Dalapon dan Amitrole.
- d. Mengganggu sistem pernapasan tanaman (respirasi). Contoh: 2,4-D dan Dinosep.
- e. Menghambat sintesis protein. Contoh: Gliposat.

Beberapa faktor yang menentukan efektivitas pemakaian herbisida adalah:

- a. Sifat herbisida, kontak atau sistemik dan sifat-sifat khusus lainnya.
- b. Kecocokan antara herbisida dengan jenis gulma yang dikendalikan.
- c. Keadaan lingkungan, seperti kelembaban udara, intensitas cahaya, dan sifat tanah.
- d. Cara penggunaan yang meliputi alat yang digunakan, dosis, volume semprot, dan cara penyemprotan.

Agar pemakaian herbisida dapat memenuhi harapan dengan baik, sebelum menggunakan sebaiknya selalu memperhatikan rekomendasi dan selektivitas sesuai dengan yang tertera dalam petunjuk perusahaan yang memproduksi. Beberapa jenis herbisida telah terbukti dapat menekan dan mematikan gulma, tetapi ada juga yang menghambat pertumbuhan atau merusak tanaman kacang tanah. Namun demikian kacang tanah relatif tahan terhadap berbagai jenis herbisida. Cahapel *dalam* Buchanan *et al.* (1982), melaporkan dari 24 macam herbisida yang diaplikasikan pada saat tanam, hanya tiga jenis yang merugikan kacang tanah yaitu: 4-Dichlorophenoxy, 1-Dimethylurea (Diuron), dan 2-(2,4,5-trichlorophenoxy) Propionic acid (Silvcx). LPP Sukamandi (1975) melaporkan bahwa pemakaian herbisida Sencor 70 (1 kg ba/ha) yang diberikan pada saat tanam meracuni tanaman kacang tanah hingga umur 30 hari, sedang herbisida Chlorobloran, Alachlor, Saturn D dan Nitrofen 25 ES tidak meracuni tanaman. Pemakaian herbisida

Nitrofen ES dan Saturn D 4 kg ba/ha masing-masing dapat memberikan hasil sama dengan disiang dua kali. Campuran antara herbisida CGA 24705 + Igran dan Chorobromuron mempunyai daya berantas yang kuat terhadap *Cyperus rotundus*, *Cinodon dactylon* dan *Eleusine indica*. Hasil polong tertinggi didapat dari pemakaian herbisida R 7465, Chlorobromuron, dan CGA 2475 + Igran yang masing-masing memberikan hasil polong kering 1,13 t/ha, 1,14 t/ha dan 1,15 t/ha . Hasil ini tidak berbeda dengan hasil tanaman yang disiang dua kali, yakni 1,06 t/ha (Sudiman *et al.* 1976). Harsono dan Rahmianna (1992) juga melaporkan bahwa pemakaian herbisida Alaclor 2 l/ha pada saat tanam di Tuban mampu menekan pertumbuhan gulma hingga tanaman berumur 35 hari dan dapat meningkatkan hasil dari 1,31 t/ha (tidak disiang) menjadi 2,08 t/ha. Hasil ini tidak berbeda dengan tanaman yang disiang dua kali, yaitu 2,21 t/ha. Beberapa jenis herbisida yang telah terdaftar dan baik untuk kacang tanah disajikan dalam Tabel 9. Mawardi dan Ramli (1990) melaporkan bahwa herbisida Imazethapyr dan Pendomethalin dengan dosis 2 l/ha dan 4,0 l/ha dapat menekan pertumbuhan gulma rumput dan gulma berdaun lebar. Pemberian herbisida pra-tumbuh lebih baik dan aman dari pada pasca-tumbuh.

Tabel 9. Daftar herbisida yang efektif untuk mengendalikan gulma pada kacang tanah

No	NSSA / Nama umum	Nama dagang
1	Acifluorfen	Blazer
2	Alachlor	Lasso
3	Benefin	Balan
4	Bentazon	Basogran
5	Chlorambicn	Amiben
6	Disobeb	Banyak nama
7	Diphenamid	Dymit dan Linide
8	Glyphosate	Roundup
9	Metolachlor	Dual
10	Naptalin	Alanap
11	Oxadiao	Ronsta
12	Trifluralin	Treflan
13	Vernolate	Vernam
14	2,4-dB	Banyak nama
15	Isopropilaminaglifosfat	Nufaris
16	Metil metsulfuron	Ally 20 WDG
17	Etil pirazosulfuron	Ti-Gold
18	2,4-D Dimetil Amina	Fenomin
19	Klomazone	Command
20	Oksifluogen	Goal
21	Oksadiazon	Rudstar
22	Paraquatdiklorida	PROQUAT
23	Diuron	Bimaron
24	Sulfosat	TOACHDOWN 480 AS

Sumber Buchanan *et al.* 1982. Gupta: <http://cherlimedika.blogspot.com/2014/06/laporan-mengenai-jenis-jenis-herbisida.html>.

Hal yang perlu mendapat perhatian dalam pemakaian herbisida adalah efektivitasnya di samping dipengaruhi oleh ketepatan dalam pemakaian seperti jenis, waktu, dosis dan volume aplikasi, juga ditentukan oleh kondisi lingkungan. Herbisida untuk kacang tanah selama ini masih banyak diberikan melalui tanah. Untuk itu kondisi tanah seperti kelembaban, temperatur, kesuburan, pH, mikroorganisme dan besarnya partikel-partikel tanah serta serapan oleh tanaman sendiri mempengaruhi efektivitas herbisida. Pengaruh kondisi tanah terhadap keefektifan herbisida adalah sebagai berikut.

1. Kadar air tanah

Pengaruh kelembaban tanah terhadap daya racun herbisida sangat besar. Oleh karena itu pemberian herbisida hendaknya selalu memperhatikan kelembaban tanah, yaitu diberikan pada kelembaban tanah optimum. Hal ini dapat dilakukan dengan menunggu hujan pada lahan kering dan memberikan pengairan pada lahan sawah. Stackler *et al.* (1969) melaporkan bahwa aktivitas herbisida chlorambin meningkat secara linier dengan bertambahnya kelembaban tanah dari 25–37%, sebaliknya aktivitas herbisida trifluralin justru menurun. Menurut Hill *et al.* (1968) kerusakan akar kacang tanah akibat herbisida Chlorambin meningkat pada kondisi tanah yang lebih kering.

2. Temperatur

Aktivitas dan persistensi herbisida sangat dipengaruhi oleh temperatur udara dan tanah. Hill *et al.* (1968) melaporkan kerusakan akar kacang tanah akibat pemakaian herbisida Chlorambin bervariasi bergantung pada temperatur tanah. Kerusakan akar yang terjadi pada temperatur 32 °C lebih sedikit dibanding pada temperatur 21 dan 38 °C. Kerusakan tanaman terendah akibat herbisida trifluralin terjadi pada kisaran 27–31 °C dan kerusakan bertambah besar pada temperatur yang lebih tinggi (Hauxby *et al.* 1972).

3. Kesuburan tanah

Salah satu indikasi tingkat kesuburan tanah adalah kandungan N. Secara umum tanah semakin subur bila kandungan N makin tinggi. Jones dalam Buchanan *et al.* (1982), melaporkan terdapat interaksi fitotoksik antara Trifluralin dan nitrogen pada tingkat 1–4 ppm trifluralin dan 100–400 ppm nitrogen. Menurut Mcgitt *et al.* dalam Buchanan *et al.* (1982) kerusakan akar akibat herbisida Clorambin bertambah dengan ditamapkannya N dalam tanah.

4. pH Tanah

Fitotoksik dan persistensi herbisida sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Kemasaman tanah mempengaruhi aktivitas herbisida. Pertama, pH tanah mempengaruhi absorpsi dan desorpsi herbisida pada partikel tanah. Kedua, herbisida mengalami perubahan bentuk dari bentuk terionisasi menjadi tidak terionisasi pada kisaran pH tertentu, sehingga aktivitasnya juga berubah. Menurut Upchurch dan Selman (1963) daya racun herbisida Dinoseb berkurang dengan makin bertambahnya pH tanah.

5. Bahan organik

Beberapa peneliti melaporkan tingkat ionisasi herbisida meningkat dengan bertambahnya bahan organik tanah. Ini berarti efektivitas herbisida meningkat dengan makin bertambahnya kandungan bahan organik tanah. Eshel dan Warren (1967) melaporkan aktivitas Clorambin dan Trifluralin pada tanah bertekstur halus dengan kandungan

bahan organik tinggi lebih besar dibandingkan dengan pada tanah dengan bahan organik rendah.

6. Partikel tanah

Besarnya partikel tanah juga menentukan efektivitas herbisida. Pada tanah berpartikel kecil dengan kadar liat yang tinggi, untuk mencapai daya racun yang sama membutuhkan dosis herbisida yang lebih besar daripada tanah yang mempunyai partikel lebih besar dengan kandungan liat lebih rendah.

Pemakaian herbisida untuk pengendalian gulma banyak memberikan keuntungan, namun demikian perlu diingat bahwa herbisida adalah racun, sehingga di samping mempunyai banyak keuntungan, juga mempunyai akibat sampingan yang perlu mendapat perhatian, yaitu:

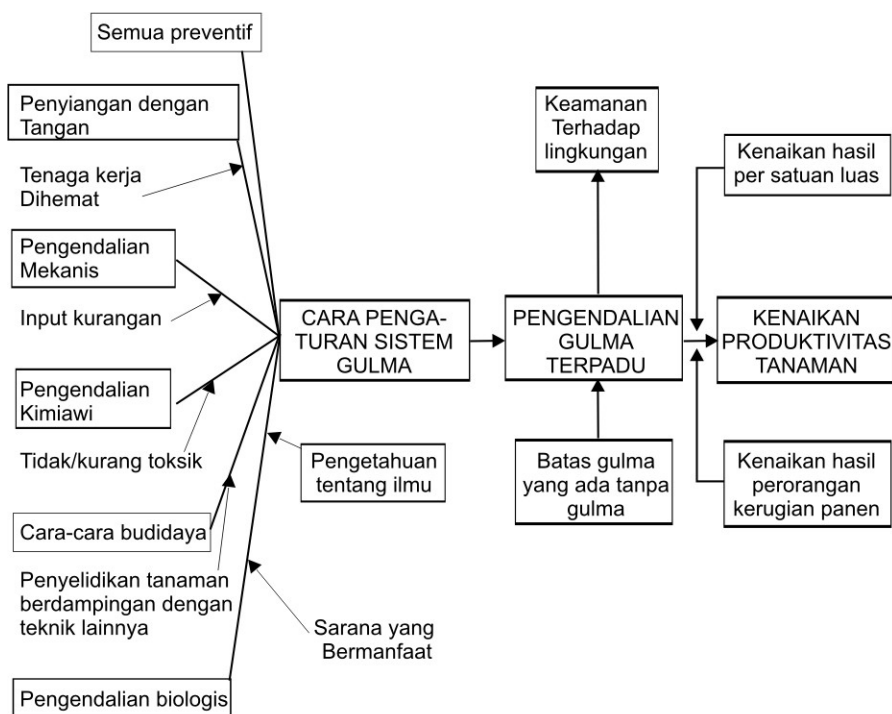
1. Mengganggu kesehatan penyemprot.
2. Residu herbisida pada tanaman dapat meracuni hewan dan manusia.
3. Herbisida juga meracuni tanaman budidaya.
4. Pemakaian yang salah dapat mematikan tanaman budidaya dan mencemari lingkungan.
5. Pemakaian herbisida bisa salah kalibrasi, sehingga efektifitasnya kurang memadai.

E. Pengendalian Gulma secara Terpadu

Cara-cara pengendalian gulma yang disajikan di muka masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian. Pengendalian gulma dengan tangan misalnya, dapat mengendalikan gulma dengan baik tetapi memerlukan tenaga banyak. Pengendalian gulma dengan herbisida umumnya hanya mempunyai daya berantas yang kuat pada jenis-jenis gulma tertentu dan kurang kuat dalam memberantas gulma lain. Demikian pula cara pemberantasan yang lain juga tidak dapat memberikan hasil yang secara utuh cukup ekonomis dan memuaskan. Agar pengendalian gulma berhasil baik dan ekonomis, perlu dikembangkan metode pengendalian gulma secara terpadu, yaitu dengan menggabungkan beberapa cara pengendalian menjadi satu kesatuan cara pengendalian. Konsep yang mudah dipahami dalam melakukan pengendalian gulma secara terpadu dapat dilihat pada Gambar 3.

Menurut Tjitrosoedirdjo *et al.* (1988), hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengendalian gulma secara terpadu adalah:

1. Perpaduan faktor-faktor yang dipadukan dapat mencirikan masalah gulma yang dihadapi secara tepat dan menyeluruh.
2. Pemilihan cara-cara pengendalian harus tepat.
3. Pengawasan pelaksanaan, pemilihan bahan dan peralatan yang digunakan harus tepat.
4. Pelaksanaan pengendalian dalam jangka panjang dapat memberikan hasil lebih baik dan secara ekonomi maupun ekologi dapat dipertanggung-jawabkan.



Gambar 3. Konsep pemberantasan gulma terpadu (Noda 1977).

PENUTUP

Keberadaan gulma di antara tanaman kacang tanah di lapangan sulit dihindarkan, dan pada populasi tertentu dapat mengganggu pertumbuhan dan menurunkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, keberadaannya di lapangan perlu dikendalikan agar tidak merugikan. Berbagai jenis gulma penting dan teknik pengendaliannya pada tanaman kacang tanah telah diuraikan dimuka, dengan harapan populasi gulma dapat dikendalikan dengan efisien dan usahatani kacang tanah mampu memberikan hasil dan keuntungan yang memadai.

Penulis menyadari bahwa apa yang tertuang dalam tulisan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu adanya saran perbaikan sangat penulis harapkan, dan semoga tulisan ini bermanfaat bagi para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 1990. Respon varietas kacang tanah terhadap beberapa cara pengolahan tanah. p.67–69. Dalam Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1990. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Bangun, P. dan H. Pane. 1984. Pengantar penggunaan herbisida pada tanaman pangan Bulletin Teknik No 7. Puslitbang Tanaman Pangan. 66 pp.
- Buchanan, G.A., D.S. Murray, and E.W. Hauser. 1982. Weeds and their control in peanut, p.206–249. In Peanut Sci. and Tech. Am. Peanut Res. and Educ. Soc. Inc. Yoakum, Texas, USA.

- Clewis, S. B., S. D. Askew, and J. W. Wilcut. 2001. Common ragweed interference in peanut. *Weed Sci.* 49:768–772.
- Eshel, Y. and G.F. Warren. 1967. A simplfield method for determining phytotoxicity, leaching, and adsorption of herbicide in soils. *Weeds* 15:115–118.
- Everaarts, A.P. 1991. Competition between crops and weeds in the zaderij of Suriname. Landbouwniversiteit. Wageningen. P. 29–52
- Gupta, O.P. 1984. Scientific Weed Management. Today and Tomorrow's Printers & Pub. New Delhi, p.15–65.
- Gupta, <http://cherlimedika.blogspot.com/2014/06/laporan-mengenai-jenis-jenis-herbisida.html>.
- Harsono, A, A.A. Rahmianna, Isgiyanto, A. Kasno, Supriyatin, Sri Hardaningsih, R. Suhendi, R.B. Soekarno dan T. Adisarwanto. 1992. Penelitian paket teknologi budidaya kacang tanah di lahan kering. p. 54–83. Dalam Penelitian Mendukung Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Harsono, A. dan A.A. Rahmianna. 1992. Pengendalian gulma pada berbagai tanaman kacang tanah di lahan kering. p.57–62. Dalam Risalah Hasil Penelitian Kacang Tanah di Tuban 1991. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Hauxby, K., E. Basler and P.W. Santelmann. 1972. Temperature effects on absorption and translocation of trifluralin and methazole in peanut. *Weed Sci. Soc.* 6:285–289.
- Hill, L.V., T.F. Peeper and P.W. Santelmann. 1968. Influence of soil temperature and moisture on peanut injury from amiben, trifluralin and vernolate. *Proc. So. Weed Conf.* 21: 324.
- Lavabre, E.M. 1991. Weed Control. The Trop. Agric. CTA. McMillan. 90p.
- LPPP Sukamandi. 1975. Percobaan herbisida pada kacang tanah (*Arachis hypogea*). Laporan Tahunan I.PPP Cabang Sukamandi. p. 21
- Mawardi, D. dan S. Ramli. 1990. Efikasi herbisida Imazetkapyr dan Pendimeihalin pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr) p.327–334. Dalam Pros. Konf. X Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. Buku I. Malang.
- Moenandir, J. dan E. Murdiati, 1990. Pengaruh legin pada periode krisis kacang tanah (*Arachis hypogea*) varietas Gajah karena persaingan gulma. *Agrivita* 13(4):34–36.
- Noda, K. 1974. Pemberantasan gulma terpadu pada padi. p.22–57. Dalam Frycz, J.D dan S. Matsunaka, 1974. Penanggulungan Gulma secara Terpadu.
- Prawiradipura. 1988. Pengaruh penyiangan terhadap hasil tanah di lahan kering DAS Citandui. p. 183–186. Dalam Pros. Konf. IX. Himpunan Ilmu Gulma Indonesia di Bogor 22–24 Maret 1988. Jilid II. Himpunan Ilmu Gulma Indonesia.
- Pulsford, J.S. 1978. Fertilizer and other soil amandements for peanut. In Peanut Industry Workshop. March, 1978. Kingaroy. Queensland, p. 1–3 ; 4–29.
- Sastroutomo, S.S. 1990. Ekologi Gulma. Gramedia Pustaka Utama. 217 p.
- Stackler, R.L., E.L. Knake, and T.D. Hinesly. 1969. Soil moisture and effectiveness of pre-emergence herbicides. *Weeds*. 17: 257–259.
- Sundaru, M., M. Syam., W.S. Arjadi, J. Baker, J. Poerminto, Effendi, P.S., S. Noor, 1976. Percobaan-percobaan herbisida pada kacang tanah. Bagian Agronomi. LPPP. Bogor. p. 9–10.
- Sudiman, A., W.S. Ardjadi dan E. Partosasminto. 1978. Penelitian penggunaan herbisida dan beberapa cara pengolahan tanah pada tanaman kacang tanah. LPPP, Bagian Agronomi. Bogor. p. 126–141.
- Sumarno, 1986. Teknik Budidaya Kacang Tanah. Sinar Baru. Bandung. 79 p.
- Sutarto, Ig.V. 1990. Pengaruh takaran ekstrak teki (*Cyperus rotundus* L). dan waktu pemberiannya terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah (*Arachis hypogea* L.). p.

- 135–140 *Dalam* Pros. I Konf. X Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. Malang, 13–15 Maret 1990.
- Sutarto, Ig.V., dan P. Bangun, 1990. Penampilan pertumbuhan dan hasil kacang tanah terhadap populasi teki dan ekstraknya. p. 129–134. *Dalam* Pros. I Konf. X Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. Malang, 13–15 Maret 1990.
- Sutarto, Ig.V., P. Bangun dan L. Tarsa, 1983. Pengendalian gulma secara terpadu pada kacang tanah. Pros. Konf. VIII. Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. Bandung.
- Tjitrosoedirdjo, S., I.H. Utomo, J. Wiroatmodjo, 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. Gramedia. Jakarta. 210pp.
- Upchurch, R. P. and F.L. Selman, 1963. Peanut weed control research in North Carolina (a progress report). *Proc. of Weed Conf.* 16. 88.
- Yark, A.C. and H.D. Cuble, 1977. Fall panicum interference in peanut. *Weeds* 15:336–339.

PEMBINTILAN DAN PENAMBATAN NITROGEN PADA TANAMAN KACANG TANAH

Suryantini

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Kacang tanah sebagai anggota family Leguminosae memiliki kemampuan membentuk bintil akar dan menambat nitrogen udara melalui hubungan simbiosis dengan bakteri rhizobium. Tanaman kacang tanah berfungsi sebagai inang, menyediakan tempat bagi rhizobium dalam bintil akar, dan energi untuk menambat nitrogen. Sebaliknya tanaman menerima nitrogen yang ditambat dari bintil untuk nutrien dan bahan baku protein.

Nitrogen merupakan salah satu unsur pokok dalam produksi tanaman pangan khususnya kacang-kacangan, dengan penambatan nitrogen secara simbiotik, didapatkan sumber yang murah dan dapat membantu mengurangi biaya produksi terutama pada tanah yang tidak subur. Kacang tanah memiliki kapasitas penambatan nitrogen yang tinggi. Menurut Boogerd dan van Rossum (2006) jumlah nitrogen yang diakumulasi oleh kacang tanah lebih tinggi dibanding kacang-kacangan tropis lainnya. Giller (2001) melaporkan bahwa potensi penambatan nitrogen pada kacang tanah sekitar 21–206 kg N/ha/tahun, tergantung pada varietas, efisiensi rhizobium, kondisi tanah dan iklim. Penambatan nitrogen pada kacang-kacangan tergantung pada pembentukan bintil oleh rhizobium. Tanpa adanya massa bintil yang berisi strain rhizobium yang efektif menambat nitrogen, maka penambatan nitrogen tidak akan terjadi.

RHIZOBIUM

Rhizobium adalah salah satu bakteri yang sangat bermanfaat bagi pertanian. Beberapa rhizobium bersifat spesifik, yaitu hanya membentuk bintil pada kacang-kacangan tertentu, sementara yang lain mungkin membentuk bintil pada beberapa kacang-kacangan. Kacang tanah termasuk dalam kelompok tanaman “Cowpea cross inoculation”, yaitu kelompok yang anggotanya terdiri dari beberapa spesies tanaman leguminosa, di mana strain rhizobium yang menjadi pasangan simbiosis dari salah satu tanaman dapat menginfeksi tanaman lainnya dalam kelompok tersebut. Keistimewaan tersebut menyebabkan pembintilan secara alami pada tanaman kacang tanah seringkali terjadi. Meskipun demikian, diperlukan suatu spesifikasi yang kuat antara satu varietas kacang tanah dengan strain rhizobium tertentu yang mengarah kepada penambatan nitrogen yang lebih efektif. Oleh karena itu, pengujian yang teliti perlu dilakukan apabila mengintroduksi varietas kacang tanah yang baru di suatu daerah.

PROSES INFEKSI DAN PEMBENTUKAN BINTIL

Sebelum terjadi infeksi atau masuknya sel rhizobium ke dalam akar tanaman, terjadi komunikasi molekular antara mikrosimbion (rhizobium) dan makrosimbion (tanaman kacang-kacangan) yang merupakan suatu keharusan untuk saling mengenali calon mitra simbiosis yang kompatibel. Kekhususan dalam identifikasi tersebut nampaknya wajib untuk menghindari mikroorganisme yang tidak menguntungkan atau parasit memasuki tanaman kacang-kacangan. Sinyal molekular yang terlibat dalam komunikasi legume-

rhizobial tersebut ada dua macam, yaitu sinyal yang berasal dari tanaman dan sinyal yang berasal dari bakteri. Sinyal dari tanaman meliputi flavonoid (Göttfert 1993; van Rhijn dan Vanderleyden 1995) dan glikoprotein (lektin) (Kijne 1992). Sedangkan sinyal dari bakteri meliputi lipochitin oligosakarida (LCOS) (Spaink 1994; Downie 1994; van Rhijn dan Vanderleyden 1995), juga disebut faktor Nod, serta poli-dan oligosakarida (Kijne, 1992; Kannenberg dan Brewin 1994).

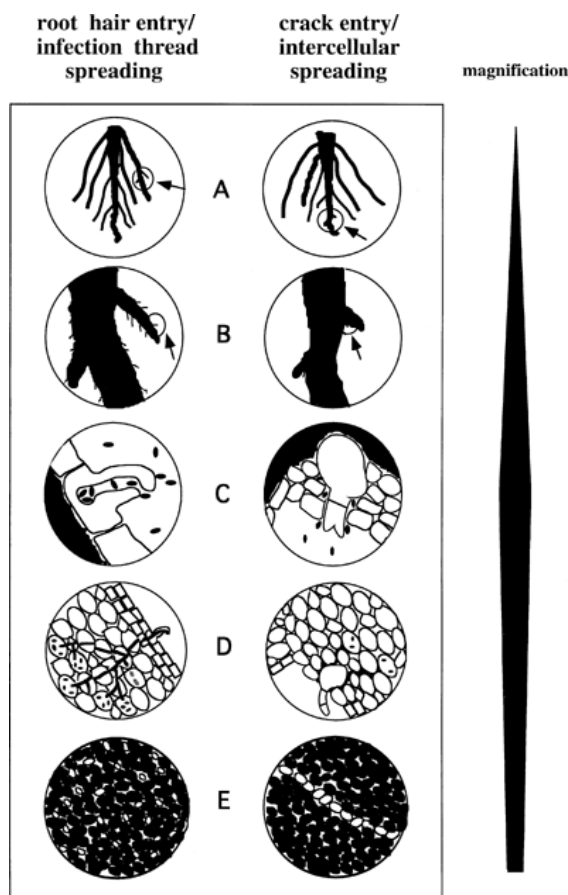
Kacang-kacangan menghasilkan senyawa aromatik yang mampu menginduksi struktur gen-Nod rhizobia melalui regulator NodD protein (van Rhijn dan Vanderleyden 1995; Göttfert 1993). Sebagian besar zat ini secara kolektif dikenal antara lain sebagai flavonoid; mereka termasuk isoflavon, chalcones, flavonol, flavon, dan antosianidin. Demikian pula coumarines dan betain memiliki aktivitas yang dapat menginduksi gen-Nod. Selain induksi gen-Nod, flavonoid juga memiliki peran ganda dalam beberapa tahapan perkembangan bintil (Miller *et al.* 1994) dan tanaman (Koes *et al.* 1994).

Sebagian besar strain *Bradyrhizobium* yang membentuk bintil pada kacang tanah mampu menggunakan produk degradasi flavonoid sebagai sumber karbon tunggal dan energi bebas. Setelah diinduksi dengan flavonoid oleh tanaman, bakteri mengkatalisis lipochitin-oligosakarida (faktor Nod). Pada gilirannya, faktor Nod menimbulkan berbagai respons pada akar, termasuk depolarisasi membran sel rambut akar, deformasi akar rambut, mengeritingnya rambut akar, pembentukan benang pra-infeksi, awal transkripsi gen nodulin, meningkatnya biosintesis flavonoid, pembelahan sel kortikal akar, dan kadang-kadang bahkan pembentukan bintil (van Rhijn dan Vanderleyden 1995; Spaink 1995).

Infeksi

Ada dua cara infeksi rhizobium untuk membentuk bintil pada akar kacang-kacangan (Uheda *et al.* 2001) yaitu infeksi melalui rambut akar (*root hair entry*) dan melalui celah (*crack entry*). Infeksi melalui rambut akar terjadi pada sebagian besar kacang-kacangan, termasuk kedelai, sedangkan infeksi melalui celah hanya terjadi pada beberapa kacang-kacangan termasuk kacang tanah. Perbedaan cara infeksi melalui rambut akar dan infeksi melalui celah ditunjukkan secara skematik pada Gambar 1.

Proses infeksi rhizobium pada tanaman leguminosa umumnya terjadi dalam empat tahap pra infeksi, yaitu kolonisasi rhizobia di daerah rizosfer, penempelan di permukaan akar, penyabangan rambut akar dan pembengkakan rambut akar. Pada tanaman kacang tanah infeksiya berbeda karena rambut-rambut akar yang normal tidak dijumpai. Akan tetapi bentuk menyerupai jumbai sering ditemukan pada bagian sambungan axil akar. Pada axil akar tersebut akan terbentuk akar lateral, dan pada akar lateral terjadi bintil. Bakteri rhizobium masuk ke dalam akar melalui pangkal akar lateral, karena pada tempat munculnya akar lateral tersebut terjadi patahan di epidermis dan korteks sehingga membentuk celah yang dapat dimasuki oleh bakteri rhizobium. Oleh karena itu bintil akar pada kacang tanah hanya berkembang pada tempat munculnya akar lateral (Uheda *et al.* 2001; Tajima *et al.* 2008). Selama proses ini berlangsung tidak terjadi benang infeksi yang dibentuk oleh rambut akar, sehingga rambut akar dianggap tidak berperan dalam proses infeksi pada kacang tanah.



Gambar 1. Tahapan dari dua cara infeksi rhizobium: melalui rambut akar/penyebaran benang infeksi, dan infeksi melalui celah/penyebaran interseluler.

Sebelah kiri (L): infeksi melalui rambut akar (misalnya, kedelai); sebelah kanan (R): infeksi melalui celah: (kacang tanah). (A) Sistem akar primer dan lateral (L dan R). (B) Rambut akar yang normal (L) dan rambut akar axiler (R). (C) Infeksi lewat rambut akar (L) dan infeksi lewat celah (R) (D) Penyebaran benang infeksi (L) dan penyebaran interseluler (R). (E) Bagian yang terinfeksi, dengan sedikit sebaran sel-sel yang tidak terinfeksi (L) dan dengan serangkaian sel-sel yang tidak terinfeksi (R) (Boogerd dan van Rossum 1997).

Perkembangan dan Struktur Bintil Akar

Bakteri rhizobium setelah masuk ke dalam akar menempati ruang di antara dinding rambut akar dan sambungan epidermal dengan sel-sel korteks. Sel-sel yang berbatasan memisah di lamela tengah, dan menghasilkan ruang yang terisi oleh bakteri, membentuk zone infeksi interseluler. Bakteri kemudian masuk ke lapisan sel yang lebih dalam, dan di tempat tersebut infeksi intraseluler terjadi. Bakteri yang memasuki sel diselubungi oleh membran. Setelah infeksi intraseluler terjadi, bakteri secara cepat memperbanyak diri. Perkembangan bintil terjadi melalui pembelahan berulang-ulang dari sel-sel tanaman inang yang terinfeksi. Masing-masing anak sel inang mengandung beberapa rhizobia. Pada saat sel inang berhenti membelah, bakteri berubah menjadi bentuk bakteroid, perubahan ini disertai dengan perubahan metabolisme (Nambiar 1988; Tajima *et al.* 2008).

Bintil akar kacang-kacangan terdiri dari dua jenis, yaitu determinat dan indeterminat, berdasarkan pada periode pertumbuhan bintil. Bintil determinat berbentuk bulat, sedangkan bintil indeterminat memiliki sumbu dan memanjang dengan meristem pada bagian apikal dari bintil (Puppo *et al.* 2005). Bintil akar kacang tanah termasuk tipe determinat (Stalker 1997). Lapisan yang tidak terinfeksi mengatur difusi oksigen ke bagian dalam bintil, yang merupakan fitur sangat penting untuk penambatan nitrogen (Serraj *et al.* 1999). Struktur tipis dan sederhana dari zona perifer dari bagian yang tidak terinfeksi dalam bintil kacang tanah meningkatkan kemungkinan difusi oksigen akan mudah terpengaruh oleh tekanan lingkungan, sehingga mengurangi kemampuan penambatan nitrogen (Tajima *et al.* 2008). Namun Sinclair dan Serraj (1995) dari hasil penelitiannya pada beberapa tanaman kacang-kacangan menyimpulkan bahwa tekanan penambatan nitrogen akibat cekaman kekeringan pada kacang tanah lebih rendah dibanding pada kedelai. Meskipun kedelai memiliki tiga zona perifer, namun bintil kacang tanah dengan zona perifer tipis dan sederhana, diduga memiliki mekanisme tertentu untuk melindungi penambatan nitrogen, bahkan di bawah tekanan eksternal.

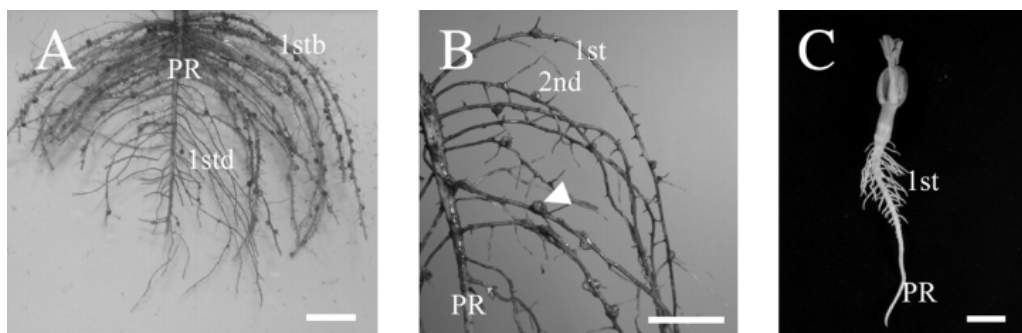
Perubahan biokimia dalam bakteroid menghasilkan sistem enzim yang diperlukan untuk penambatan nitrogen. Pada saat ini leghemoglobin dibentuk untuk melindungi enzim nitrogenase yang labil terhadap O_2 , dan pada waktu yang sama menyediakan O_2 untuk aktivitas respirasi bakteroid. Leghemoglobin bukan bagian dari enzim nitrogenase melainkan pengendali oksigen yang diperlukan untuk mengaktifkan enzim tersebut. Perkembangan bintil mulai terlihat pada umur 10–14 hari setelah tanam pada kondisi rumah kaca dan media bebas N, pada kondisi lapang biasanya terlihat pada umur 21–28 hari setelah tanam. Perkembangan bintil yang maksimum ditentukan oleh bobot dan volumenya, dan umumnya terjadi pada akhir fase pembungaan (Nambiar 1988; Uheda *et al.* 2001).

Macam dan Distribusi Bintil Akar

Bintil bervariasi dalam bentuk, warna, ukuran, tekstur dan lokasi. Bentuk dan lokasi bintil ditentukan oleh tanaman inangnya. Menurut Tajima *et al.* (2006) dalam sistem perakaran pada fase berbunga hingga pengisian polong, perkembangan bintil akar kacang tanah terbatas pada akar lateral, namun terkadang, bintil juga terjadi pada akar tunggang, atau pada akar lateral kedua. Pada kacang tanah bintil akarnya berbentuk bulat seperti bola, bintil yang efektif berukuran besar dan terletak di perakaran tanaman bagian atas. Sebaliknya, bintil yang tidak efektif ukurannya kecil, dalam jumlah banyak dan tersebar di seluruh perakaran tanaman inangnya. Sistem perakaran dan sebaran bintil akar pada kacang tanah disajikan pada Gambar 2.

Pada tanaman kacang tanah tipe Virginia bintil akarnya banyak terdapat di bagian hipokotil, sebaliknya pada tipe Spanish dan Valencia hanya membentuk sedikit bintil pada hipokotil. Pembintilan hipokotil dilaporkan memberikan sumbangan besar bagi penambatan nitrogen. Penelitian yang dilakukan pada kultivar Virginia Kadir 71–1 pada umur 70 hari setelah tanam menunjukkan bahwa 50% aktivitas nitrogenase berasal dari bintil yang terdapat pada hipokotil (Nambiar 1988).

Hubungan simbiosis yang efektif dapat diketahui dengan membelah bintil pada periode awal pembungaan, dan diamati warnanya. Bintil yang efektif berukuran besar dan mempunyai warna merah cerah di bagian dalam. Pigmen merah adalah leghemoglobin yang menunjukkan penambatan nitrogen secara aktif.



Gambar 2. Akar tunggang kacang tanah.

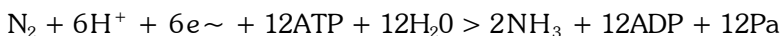
(A) Sistem akar tunggang kacang tanah yang tumbuh di lapang pada fase pengisian polong (B) Akar tunggang pada fase berbunga (C) Kecambah kacang tanah (5 HST). PR: akar utama (primary root); 1stb: akar lateral pertama yang terbentuk pada bagian basal akar utama; 1std, akar lateral pertama yang terbentuk pada bagian distal akar utama; 2nd, akar lateral kedua; tanda panah: bintil akar. Bar skala: (A, B) = 50 mm; (C) = 10 mm. (Sumber: Tajima *et al.* 2008).

PENAMBATAN NITROGEN

Reaksi Penambatan Nitrogen

Reaksi penambatan nitrogen udara terjadi pada bakteroid melalui sistem enzim yang disebut nitrogenase. Produk utama penambatan nitrogen adalah NH_4^+ . Enzim nitrogenase terdiri dari dua jenis protein, yaitu protein molibdenum-besi-belerang (Mo-Fe-S) dan protein besi (Fe). Masing-masing protein tidak aktif apabila berdiri sendiri. Protein molibdenum-besi-belerang (protein Mo-Fe-S) mengandung 1–2 atom molibdenum, 18–24 atom besi dan atom belerang yang labil terhadap asam, jumlahnya sama dengan atom besi.

Aktivitas penambatan nitrogen dalam bintil akar dipengaruhi oleh difusi oksigen ke bagian dalam bintil dan oleh partisi fotosintat dari tanaman untuk bintil melalui akar. Enzim nitrogenase memerlukan ATP dan reduktan bertegangan rendah. Fotosintat dari daun disalurkan ke akar dan setelah berada di dalam bintil akar, fotosintat tersebut dioksidasi oleh bakteri untuk menyediakan energi dan reduktan yang diperlukan. Dalam proses penambatan N_2 udara, Feredoksin tereduksi berperan sebagai donor elektron, dan diperlukan enam elektron untuk mereduksi satu molekul N_2 menjadi 2NH_3 . Reaksi penambatan N_2 adalah sebagai berikut:



Biosintesis sistem nitrogenase dikendalikan oleh represi genetika. Sintesis enzim tersebut menjadi tertekan apabila banyak terdapat NH_3 , jadi penambatan nitrogen hanya terjadi apabila produk penambatan tersebut diperlukan. Amonium yang dihasilkan oleh enzim nitrogenase di dalam bakteroid selanjutnya diasimilasi dengan segera oleh enzim-enzim tanaman inangnya.

Pola Aktivitas Penambatan Nitrogen

Aktivitas penambatan nitrogen pada tanaman leguminosa pada umumnya membentuk pola tertentu yang konsisten dengan fase pertumbuhan tanaman. Pada kacang tanah aktifitas penambatan nitrogen mulai pada umur tanaman sekitar 25–30 hari dan mencapai maksimum pada saat mendekati fase akhir pertumbuhan tanaman, selanjutnya menurun. Jenis tanaman leguminosa yang sama menunjukkan pola yang sama, meskipun berada

pada kondisi lingkungan yang berbeda. Sebaliknya, awal perkembangan bintil bervariasi menurut lokasi, tetapi waktu pembintilan mencapai maksimum tetap konsisten dengan fase pertumbuhan tanaman (Nambiar 1988).

Pada tanaman kacang tanah, kandungan leghemoglobin dalam bintil mencapai maksimum pada fase pengisian polong, kemudian menurun namun masih cukup tinggi hingga tanaman dipanen. Demikian pula dengan bobot kering akar dan daun meningkat hingga mendekati akhir pertumbuhan tanaman, sedangkan kandungan nitrogen daun mencapai maksimum pada dua bulan pertama setelah tanam, selanjutnya menurun.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMBINTILAN DAN PENAMBATAN N₂

Keberhasilan penggunaan rhizobium dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang tanah antara lain ditentukan oleh mikrosimbion (rhizobium), makrosimbion (tanaman leguminosa), dan lingkungan. Kecocokan antara makro dan mikro simbion sehingga menjadi hubungan yang efektif atau tidak, sangat ditentukan oleh faktor lingkungan. Fase paling kritis yang menentukan berhasil tidaknya strain yang diinokulasikan adalah pada periode antara waktu tanam dan waktu munculnya akar dari benih. Kondisi lingkungan pada periode tersebut mempengaruhi pertumbuhan, kolonisasi rhizosfer, infeksi, dan ketahanan hidup rhizobium setelah infeksi. Faktor lingkungan mempengaruhi semua aspek pembintilan dan penambatan nitrogen, dalam beberapa kasus mengurangi kelangsungan hidup rhizobium dan keragamannya di dalam tanah; mempengaruhi pembintilan atau penambatan nitrogen dan bahkan pertumbuhan tanaman inang. Faktor lingkungan yang paling dominan dalam menentukan efektivitas simbiosis rhizobium dengan leguminosa adalah faktor fisik, kimia, dan biologi.

Faktor Fisik

Faktor fisik yang sangat mempengaruhi pembintilan dan penambatan nitrogen antara lain kelembaban, suhu, dan cahaya. Kelembaban yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat merugikan simbiosis antara tanaman leguminosa dengan bakteri rhizobium. Daya hidup rhizobium menurun secara cepat pada kondisi kekeringan, dan ini diperberat oleh siklus pembasahan dan pengeringan.

Kekeringan

Kekeringan dapat menyebabkan kegagalan infeksi sehingga tidak terjadi pembintilan. Kekeringan sangat menekan penambatan nitrogen disebabkan oleh hilangnya kelembaban dari bintil dan terhambatnya fotosintesis. Kulkarni *et al* (1988) melaporkan kekurangan air pada kacang tanah menurunkan luas daun dan produksi bahan kering, sehingga penyediaan karbon untuk pertumbuhan dan perkembangan bintil menjadi terbatas. Kurangnya kelembaban tanah sering kali berhubungan dengan tingginya suhu tanah. Kekeringan menurunkan jumlah rhizobium dalam tanah, menghambat pembintilan dan penambatan nitrogen. Kekeringan berkepanjangan akan mendorong kerusakan bintil. Perakaran yang dalam dapat menambah kelembaban pada lapisan tanah yang lebih dalam dan membantu kelangsungan penambatan nitrogen pada kondisi tanah yang kering. Infeksi mikoriza dilaporkan mampu meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan. Mikoriza merupakan asosiasi simbiotik antara jamur dengan akar tanaman.

Temperatur

Temperatur tanah yang tinggi sangat mempengaruhi infeksi bakteri dan penambatan nitrogen pada beberapa spesies kacang-kacangan, termasuk kacang tanah (Michiels *et al.* 1994). Suhu kritis bagi penambatan nitrogen untuk kacang tanah berkisar antara 35–40 °C. Suhu maksimum ketahanan hidup untuk *Bradyrhizobium japonicum* dilaporkan berkisar antara 33,7–48,7 °C (Kulkarni *et al.* 2000). Dalam studi sebelumnya dengan kacang tanah, beberapa strain *Bradyrhizobium* dihambat oleh suhu akar yang tinggi sehingga pembintilan serta fungsi bintil berkurang (Brockwell *et al.* 1995). Juga dilaporkan bahwa simbiosis kacang tanah-*Bradyrhizobium* benar-benar dihambat oleh suhu akar 40 °C karena kegagalan pembintilan dan ketidakmampuan bintil berfungsi (Kishinevsky *et al.* 1992). Suhu akar 37 °C yang berkelanjutan menurunkan fungsi bintil, penambatan nitrogen dan pertumbuhan tanaman. Suhu pada saat tanam sering melebihi 33 °C, sehingga efek merugikan dapat dilihat tidak hanya pada kelangsungan hidup rhizobium yang diinokulasikan, tetapi juga pada proses pembintilan. Menurut Homchan (1989), suhu tinggi pada keadaan tanah yang lembab menyebabkan kematian bakteri lebih cepat daripada suhu tinggi pada keadaan tanah yang kering. Inokulan basah lebih peka terhadap suhu tinggi daripada inokulan kering.

Cahaya

Intensitas cahaya mempengaruhi pembintilan dan penambatan nitrogen. Efek ini dapat dilihat pada tanaman leguminosa yang tumbuh di bawah naungan, dan yang ditanam pada kepadatan populasi yang tinggi. Naungan mengurangi penambatan nitrogen, sebaliknya penambahan cahaya meningkatkannya. Tanaman kacang-kacangan yang tumbuh di bawah naungan, misalnya pada tumpangsari dengan ubi kayu atau jagung akan menurun aktivitasnya dalam penambatan nitrogen. Berkaitan dengan kebutuhan cahaya maka panjang hari juga mempengaruhi pembintilan, pembentukan bintil lebih banyak dan lebih besar terjadi pada hari panjang daripada hari pendek. Hal ini menunjukkan adanya efek langsung fotosintesis pada simbiosis.

Faktor Kimia

Selama proses pembintilan ada dua kondisi yang berkaitan dengan penyediaan unsur hara untuk rhizobium. Kondisi pertama, terjadi selama fase infeksi ketika rhizobium terletak di luar sel tanaman. Pada fase ini bakteri secara aktif tumbuh dan membelah diri, dan sepenuhnya tergantung pada ketersediaan unsur hara di luar sel tanaman. Kekurangan hara esensial pada fase ini dapat membatasi terbentuknya bintil akar. Kekurangan Ca pada fase ini dilaporkan menghambat pembintilan terutama pada tanah masam. Kondisi kedua terjadi setelah rhizobium masuk ke dalam sel-sel korteks. Di dalam sel tanaman ini rhizobium tergantung sepenuhnya pada penyediaan hara dari tanaman inang. Berfungsinya bintil memerlukan unsur hara esensial meliputi P, S, Fe, Mo, dan Co. Bintil yang efektif mengandung unsur-unsur tersebut dalam kadar yang tinggi (O'Hara 2001).

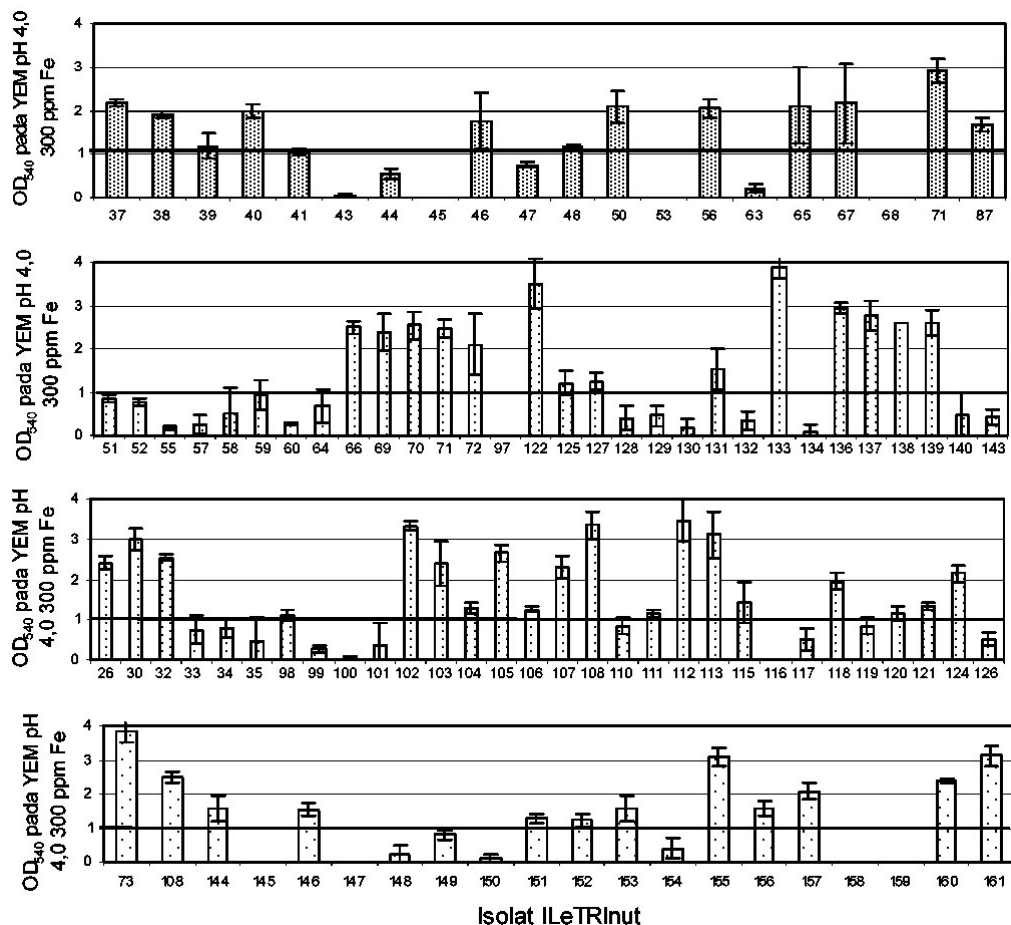
pH Tanah

Kemasaman tanah dan kaitannya dengan permasalahan kahat Ca, keracunan Al dan Mn menimbulkan pengaruh merugikan terhadap pembintilan dan penambatan nitrogen. Bintil yang dibentuk oleh rhizobium mungkin tidak menambat nitrogen atau laju penambatannya tidak memadai (Weisany *et al.* 2013). Kisaran pH optimal untuk rhizobium adalah sedikit di bawah netral hingga agak alkali. Pada pH tanah 5,0 beberapa strain

rhizobium masih dapat hidup, sedangkan pada pH 4,4 kebanyakan strain rhizobium tidak berkembang dalam tanah dan proses infeksi juga terhambat. Beberapa rhizobium sensitif terhadap pH yang rendah dan tidak dapat menginfeksi rambut akar pada tanah yang masam (Wolff *et al.* 1993). Komposisi dan struktur sel juga dapat menjadi faktor yang menyebabkan toleran dan tidaknya rhizobium terhadap pH rendah (Zahrán 1999). Kegagalan untuk pembintilan pada tanah masam, sebagian karena menurunnya jumlah rhizobia, atau sebab yang lain karena pH masam mempengaruhi pelekatan rhizobium pada akar.

Umumnya pH tanah selain berpengaruh langsung pada rhizobium, berkaitan pula dengan masalah ketersediaan hara tertentu yang mempengaruhi kehidupan rhizobium, infeksi rhizobium pada akar, persyaratan pH bagi tanaman, dan ketahanan hidup bakteri rhizobium. Spesies tanaman bervariasi dalam toleransi terhadap Al dan Mn, tetapi umumnya lebih peka dibanding rhizobium. Beberapa rhizobium toleran pada 100 M Al dan 300 M Mn, sementara pertumbuhan akar tanaman mulai terhambat. Balitkabi Malang melalui serangkaian kajian telah berhasil mengkoleksi isolat-isolat toleran masam, pH 4 dan kadar Fe 300 ppm (Gambar 3). Dari hasil kajian tersebut diperoleh 74 (58,73%) isolat ILeTRInut toleran pada kondisi masam berkadar Fe tinggi, sedangkan sisanya (41,27%) tidak toleran. Fenomena ini menunjukkan bahwa toleransi masing-masing isolat terhadap kondisi masam tanpa dan dengan 300 ppm Fe sangat beragam (Suchayono 2007).

Pada tanah Oxisol dan Ultisol yang memiliki pH kurang dari 5,0, penambahan nitrogen dapat sangat rendah, yang disebabkan oleh: konsentrasi H^+ , level toksik dari Al dan Mn, serta kahalat Ca, P dan Mo. Pemberian kapur dalam bentuk bubuk batu kapur atau dolomit dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman dan bintil akar. Tanah biasanya dikapur mendekati netral, tetapi biaya dan ketersediaan batu kapur menghalangi pendekatan ini sehingga pengapuran umumnya hingga pH 5,5–5,8. Alternatif yang dapat membatasi efek negatif dari pH tanah adalah penggunaan strain inokulan dan varietas toleran masam, dan pelet (*coating*) benih yang telah diinokulasi rhizobium dengan lapisan bubuk batuan fosfat atau batu kapur. Kelangsungan hidup strain inokulan dan kinerjanya dalam meningkatkan produktivitas kacang-kacangan, sebagian ditentukan oleh kemampuannya untuk mengakses nutrisi/hara dari tanah, rizosfer dan akar tanaman inang (O'Hara 2001).



Gambar 3. Hasil bacaan kepadatan sel (optical density) dengan panjang gelombang 540 (OD_{540}) menggunakan spektrofotometer. Garis tebal menunjukkan batas toleransi isolat pada media YEM pH 4 berkadar 300 ppm Fe (Sumber: Sucahyono 2007).

Nitrogen (N)

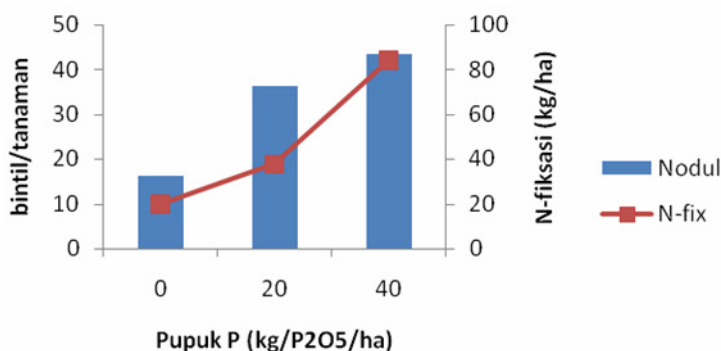
Senyawa nitrogen dalam tanah pada umumnya menunda atau menghambat pembintilan. Tanaman leguminosa meskipun sudah membentuk bintil lebih suka menggunakan nitrogen tanah yang telah tersedia. Adanya senyawa nitrogen menyebabkan bintil menjadi tidak aktif, tetapi segera berfungsi setelah nitrogen tanah tidak lagi tersedia (Anonim 1989, Fujikake *et al.* 2003). Pemupukan N dapat menguntungkan apabila penambahan sejumlah kecil pupuk N dapat merangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kemampuan fotosintesis tanpa akibat yang dapat menghambat pembentukan bintil akar. Oleh karena itu, pemberian pupuk N dalam jumlah kecil perlu dilakukan untuk merangsang pertumbuhan awal tanaman.

Fosfor (P)

Fosfor diperlukan untuk pembentukan bintil dan aktifitas bintil yang maksimal. Tanaman yang mendapatkan nitrogen secara simbiotik membutuhkan P dalam jumlah yang lebih besar daripada tanaman yang dipupuk N. Hal ini mungkin karena kebutuhan untuk

pengembangan bintil dan transduksi sinyal, serta membentuk P-lipid yang diperlukan untuk aktivitas bakteroid dalam bintil akar (Graham dan Vance 2000). Kandungan fosfor yang rendah dalam tanah dapat membatasi pertumbuhan populasi rhizobia dan perkembangan akar kacang-kacangan, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi penambatan nitrogen (Kwari, 2005). Inokulasi ganda antara rhizobium dengan mikoriza berpengaruh sinergis pada pembintilan dan penambatan nitrogen pada tanah yang kahat P. Demikian pula penggunaan bakteri pelarut P dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Penicillium*, dan jamur *Aspergillus* dapat melarutkan batuan fosfat dan secara organik mengikat P-tanah (yang mengandung 95–99% total fosfat dalam tanah).

Yakubu *et al.* (2010) melaporkan bahwa pemberian pupuk P sebanyak 40 kg P₂O₅/ha meningkatkan jumlah bintil akar dan jumlah N yang ditambat sebesar 169% dibanding kontrol (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh takaran pupuk P terhadap jumlah bintil dan N-fiksasi pada kacang tanah (Yakubu *et al.* 2010).

Molibdenum (Mo) dan Cobalt (Co)

Molibdenum dan Cobalt mempunyai peranan yang khusus dalam penambatan nitrogen. Keduanya berturut-turut adalah komponen nitrogenase dan makanan untuk rhizobium (Andrade *et al.* 2002). Tanpa adanya kedua unsur tersebut dalam jumlah yang memadai penambatan nitrogen tidak akan terjadi (Bailey dan Laidlaw 1999; Weisany *et al.* 2013). Kekurangan Co saja dapat menyebabkan terhambatnya sintesis DNA dan pembelahan bakteroid. Peran Co dalam penambatan nitrogen juga terkait dengan perannya sebagai kofaktor dari cobalamine (Vitamin B₆) yang berfungsi sebagai koenzim dalam proses penambatan nitrogen dan pertumbuhan bintil akar (Licht *et al.* 1996; Jordan dan Reichard 1998). Penggunaan Co pada takaran 16 mg/kg tanah meningkatkan secara signifikan jumlah dan bobot bintil, konsentrasi N dalam bintil, kadar leghaemoglobin, total produksi biomas, dan hasil biji dibanding tanpa perlakuan (Nasef *et al.*, 2008). Pemberian Co pada kacang tanah dengan takaran 50 mg/kg tanah meningkatkan jumlah bintil, chlorophyll “a”, chlorophyll “b” dan kandungan total chlorophyll (Jayakumar *et al.* 2009).

Data yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan respons parameter pembintilan kacang tanah yang dipengaruhi oleh kombinasi perlakuan Co dan Mo dalam berbagai tingkatan N (Gad 2012). Aplikasi Co dan Mo berperan penting dalam meningkatkan jumlah dan bobot bintil terutama pada 100% dan 75% N dibandingkan dengan kontrol pada 50 hari setelah tanam. Hasil ini sejalan dengan Balachandar *et al.* (2003) yang melaporkan bahwa Mo

dan Co secara signifikan meningkatkan jumlah bintil per tanaman dan biomasa bintil akar. Data pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa aktivitas nitrogenase meningkat sebesar 33,8% dengan kombinasi perlakuan Mo dan Co pada 50 hari setelah tanam dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 1. Pengaruh level N dengan kombinasi Co dan Mo terhadap pembintilan dan penambatan N (aktivitas nitrogenase) pada kacang tanah umur 50 HST.

Level Nitrogen (%)	Jumlah bintil/tanaman	Berat kering bintil/tanaman (g)	Aktivitas N-ase ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4$ /g/jam)
25	100	0,98	10,2
50	108	1,19	12,3
75	118	1,77	12,9
100	125	1,86	14,8
Dengan Cobalt dan Molybdenum			
25	125	3,87	12,6
50	139	3,96	15,9
75	145	4,12	19,8
100	158	4,26	22,5

Sumber: Gad (2012).

Kekurangan Mo umumnya terjadi di tanah masam. Tanaman leguminosa berbiji besar seperti kacang tanah dan kedelai memerlukan Mo sebanyak 20–22 g/ha, dan dapat ditambahkan ke dalam larutan inokulan yang diaplikasikan ke biji. Karena itu sebagai golongan legum, tanaman kacang tanah sangat rentan terhadap defisiensi Mo bila ditanam di tanah masam. Hal ini mempengaruhi kemampuannya untuk nodulasi dan menambat nitrogen (Bailey dan Laidlaw 1999).

Faktor Biologi

Faktor biologi yang paling berpengaruh terhadap penambatan nitrogen oleh tanaman leguminosa adalah kompatibilitas antara tanaman inang dan bakteri rhizobium. Kompatibilitas antara rhizobium dengan tanaman inangnya dapat menghasilkan tiga kondisi yaitu (1) mampu membentuk bintil (infektif), (2) mampu menambat N_2 (efektif), dan (3) mampu menambat N_2 hingga memenuhi sebagian besar kebutuhan nitrogen tanaman (sangat efektif).

INOKULASI RHIZOBIUM

Pada umumnya populasi bakteri rhizobium dalam tanah kurang memadai dalam jumlah maupun kualitasnya. Pada kondisi yang demikian inokulasi benih atau tanah dengan kultur rhizobium yang efektif sangat diperlukan. Strategi utama untuk meningkatkan penambatan N simbiosis adalah dengan inokulasi rhizobium. Inokulasi diperlukan bila rhizobium yang ada dalam tanah tidak kompatibel/sesuai dengan jenis kacang-kacangan yang akan ditanam, tidak efektif atau jumlahnya tidak memadai (Brockwell *et al.* 1995; Catroux *et al.* 2001).

Keuntungan inokulasi antara lain: (a) menyediakan N, (b) meningkatkan hasil tanaman terutama pada tanah yang kadar nitrogennya rendah, dan (c) memperbaiki kualitas protein. Namun penerapan inokulasi rhizobium seringkali tidak dapat menghasilkan pengikatan nitrogen udara secara efisien. Keberhasilan inokulasi sering dibatasi oleh beberapa faktor, termasuk kondisi lingkungan, jumlah sel infeksi yang diaplikasikan, kehadiran mikroorganisme tanah pesaing lainnya, kekeliruan penerapan dari inokulan komersial dan kualitas inokulan (Maier dan Triplett 1996; Vlassak dan Vanderleyden 1997; Kyei-Boahen *et al.* 2002).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada inokulasi dengan rhizobium antara lain:

- kondisi tanah tempat bertanam, meliputi kondisi fisik, kimia dan biologi tanah yang menentukan efektivitas hubungan simbiosis antara bakteri *Rhizobium* dan tanaman inangnya,
- kualitas inokulan yang digunakan,
- metode inokulasi dan faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan inokulasi. Kondisi yang tidak optimal menyebabkan inokulasi kurang efektif.

Kualitas Inokulan yang Efektif

Inokulan yang efektif mengandung rhizobium yang mampu menghasilkan bintil yang efektif pada tanaman inangnya. Inokulan yang efektif dapat terdiri dari satu strain (inokulan unistrain) atau beberapa strain (inokulan multistrain). Inokulan unistrain sebaiknya digunakan pada kondisi tanah dan iklim setempat yang biasa ditanami varietas atau genotipe kacang-kacangan tertentu. Inokulan multistrain digunakan pada daerah yang biasa ditanami dengan bermacam-macam varietas kacang-kacangan, dan keragaman tanah serta iklimnya luas.

- Inokulan memberikan sejumlah besar rhizobium hidup, sekurang-kurangnya sepuluh ribu sampai satu juta per benih.
- Media pembawa (karier) dapat melindungi rizobia selama dalam paket dan setelah diaplikasikan ke benih, mudah diaplikasikan dan melekat baik pada benih.
- Inokulan bebas dari bakteri lain atau yang mungkin merugikan rhizobium atau tanaman inangnya.
- Paket inokulan memungkinkan pertukaran gas dan kelembaban di dalamnya.

Metode Inokulasi

Secara umum terdapat dua metode inokulasi, yaitu inokulasi pada benih dan inokulasi pada tanah. Inokulasi benih adalah cara yang paling umum karena mudah pelaksanaannya dan biasanya efektif pada kondisi normal. Inokulasi pada tanah dilakukan apabila tanah dalam keadaan kering dan panas, tanah dengan kemasaman tinggi, tanah mengandung populasi rhizobium alam yang tinggi namun tidak efektif, dan benih diperlakukan dengan bahan kimia yang ber

acun bagi rhizobium. Pada kacang tanah, perlakuan langsung dengan inokulan mungkin akan menghambat perkecambahannya karena benihnya rapuh. Menurut Anonim (1989), inokulasi yang terbaik pada kacang tanah adalah dengan mengaplikasikannya langsung ke tanah. Inokulan dicampur dengan air kemudian disiramkan ke dalam larikan sebelum tanam.

Keberhasilan inokulan rhizobium sangat ditentukan oleh kepekaannya terhadap lingkungan. Pada umumnya, kondisi yang paling merugikan adalah panas dan kekeringan.

Pada saat inokulan diaplikasikan ke benih atau disebarkan ke persemaian, kematian bakteri rhizobium mulai terjadi. Pada kondisi yang merugikan jumlah rhizobium yang mati dapat terus bertambah sampai benih berkecambah dan akar mulai muncul. Munculnya akar akan membantu rhizobium untuk berkoloni dan menginfeksi akar sehingga laju kematian rhizobium berkurang. Apabila perkecambahan terhambat atau tertunda, semakin banyak rhizobium yang mati. Sebaliknya rhizobium yang sudah berada di dalam tanah dari musim tanam sebelumnya lebih tahan hidup.

Hasil penelitian yang dilakukan antara lain pada kacang tanah dan kedelai, sebagian besar bintil akar dari inokulasi terdapat pada akar utama dan bukan pada cabang akar. Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan rhizobium yang diinokulasikan dalam tanah terbatas. Bila dalam tanah terdapat populasi rhizobium yang tinggi dan benih diinokulasi dengan strain terseleksi, inokulasi sukses dengan menghasilkan peningkatan bintil akar pada pangkal akar utama (Hungria dan Bohrer 2000).

Kompatibilitas Rhizobium dengan Pestisida

Perlakuan benih dengan insektisida dan fungisida seringkali perlu dilakukan untuk melindungi benih dari serangga dan mikroorganisme tanah yang merugikan. Bahan kimia yang digunakan untuk perlakuan pendahuluan pada benih sebelum tanam umumnya tersusun atas satu atau beberapa logam berat seperti Hg, Zn, Cu, atau Pb yang bersifat racun untuk rhizobium dan tidak cocok dengan inokulasi. Pada umumnya bahan kimia dapat mematikan rhizobium padahal diperlukan sejumlah besar rhizobium hidup untuk menghasilkan pembintilan yang efektif. Oleh karena itu kompatibilitas atau ketahanan hidup rhizobium pada benih yang diberi bahan kimia sebelum ditanam (*seed treatment*) perlu mendapat perhatian.

Kompatibilitas antara inokulan rhizobium dengan fungisida berkaitan langsung dengan toleransinya terhadap fungisida tersebut (Revellin *et al.* 1993). Aplikasi fungisida carboxin dan carbendazim sebagai *seed dressing* atau diaplikasikan ke tanah berpengaruh terhadap penambatan nitrogen pada kacang tanah. Pada perlakuan *seed dressing*, carbendazim meningkatkan aktivitas nitrogenase (enzim penambat nitrogen) pada bintil akar, sedangkan carboxin menurunkannya. Namun bila diaplikasikan ke tanah, carboxin dan carbendazim meningkatkan aktivitas nitrogenase (Felaifel *et al.* 1991).

Penelitian untuk menguji kompatibilitas rhizobium dengan bahan kimia pada benih (*seed dressing*) banyak dilakukan, tetapi umumnya dilakukan pada tanah yang mengandung rhizobium alam yang mampu membentuk bintil dengan baik, sehingga hasilnya menjadi kurang tepat. Bahan kimia dalam pestisida kurang berpengaruh terhadap bakteri rhizobium yang sudah berada dalam tanah (Anonim 1989). Oleh karena itu untuk benih yang sudah diberi perlakuan bahan kimia (*seed treatment*) sebaiknya menggunakan inokulan yang diaplikasikan ke tanah.

Rhizobium Alam (Indigenous Rhizobium)

Rhizobium yang secara alami terdapat dalam tanah disebut sebagai rhizobium indigenous atau rhizobium alam. Tanah dengan kandungan populasi rhizobium indigenous yang rendah dapat terjadi pada daerah di mana tanaman kacang-kacangan yang berkaitan tidak tersedia/tumbuh, atau pada pH, tekanan osmotik, temperatur, logam berat yang merugikan bagi rhizobium (Catroux *et al.* 2001; Chemining'wa *et al.* 2011). Keberadaan populasi rhizobium indigenous dapat menjadi kendala bagi keberhasilan inokulasi. Tingginya populasi rhizobium alam dapat menentukan apakah tanaman akan tanggap

terhadap inokulasi atau tidak (Chemining'wa *et al.* 2011). Oleh karena itu sebelum melakukan inokulasi perlu mengenali rhizobium indigenous yang ada dalam tanah dan mengetahui pengaruhnya terhadap inokulasi rhizobium. Keberhasilan inokulasi akan diperoleh bila strain rhizobium yang digunakan mampu berkompetisi dan efektif dalam simbiosis (Brockwell *et al.* 1995).

Perlakuan inokulasi sebaiknya memperhitungkan populasi rhizobium yang ada di dalam tanah, seperti halnya apabila melakukan pengapuran, memperhitungkan pH tanah terlebih dahulu. Rhizobium alam yang ada di dalam tanah dapat dianggap seperti hara lainnya. Menurut Thies *et al.* (1991), rhizobium alam mempengaruhi inokulasi melalui dua cara yaitu kompetisi dan efektivitas. Salah satu sifat rhizobium yang paling menentukan dalam kompetisi adalah masa rhizobium per gram tanah. Beberapa percobaan inokulasi menunjukkan bahwa keberhasilan strain inokulan untuk membentuk bintil sangat tergantung pada jumlah kompetitornya yaitu rhizobium alam dalam tanah. Tanah yang sering ditanami kacang-kacangan pada umumnya mengandung populasi rhizobium lebih tinggi dibanding yang tidak pernah atau jarang ditanami kacang-kacangan (Bogino *et al.* 2006).

Rahmianna *et al.* (1991) melaporkan bahwa pada tanah yang sering ditanami kacang-kacangan, takaran inokulan menentukan keberhasilan inokulasi rhizobium pada tanaman kacang tanah. Inokulan yang diberikan sesuai dengan takaran anjuran tidak meningkatkan hasil polong, sedangkan pemberian inokulan sebanyak tiga kali takaran anjuran meningkatkan hasil sebanyak 10% dari hasil polong tanaman yang tidak diinokulasi. Berat bintil, tinggi tanaman dan berat segar brangkas tanaman meningkat seiring dengan peningkatan takaran inokulan rhizobium.

PENUTUP

Kacang tanah termasuk dalam kelompok tanaman “Cowpea cross inoculation”, yaitu kelompok di mana strain rhizobium yang menjadi pasangan simbiosis dari salah satu tanaman dapat menginfeksi tanaman lainnya dalam kelompok tersebut. Keistimewaan tersebut menyebabkan pembintilan secara alami pada tanaman kacang tanah lebih mudah terjadi. Pada sebagian besar kacang-kacangan proses infeksi atau masuknya rhizobium ke dalam akar adalah melalui rambut akar sedangkan pada kacang tanah melalui celah atau pangkal akar lateral sehingga rambut akar dianggap tidak berperan dalam proses infeksi pada kacang tanah. Efektivitas simbiosis tanaman dengan rhizobium sangat ditentukan oleh faktor lingkungan fisik, kimia, dan biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade D.S., P.J. Murphy and K.E. Giller. 2002. Effects of liming and legume/cereal cropping on populations of indigenous rhizobia in acid Brazilian oxisol. *Soil Biol. Biochem.* 34:477–485.
- Anonim. 1989. *Legume Inoculation and Their Use*. NifTAL, FAO. Rome.
- Bailey, J.S., and A.S. Laidlaw. 1999. The interactive effects of phosphorus, potassium, lime and molybdenum on the growth and morphology of white clover (*Trifolium repens*) at establishment. *Grass and Forage Science*, 54:69–76.
- Balachandar, D., P. Nagarajan and S. Gunasekaran, 2003. Effect of organic amendments and micronutrients on nodulation and yield of blackgram in acid soil. *Legume Res.* 26(3):192–195.
- Bogino, P., E. Banchio, L. Rinodi, G. Cerioni, C. Bonfiglio and W. Giordano. 2006. Groundnut (*Arachis hypogaea*) response to inoculation with *Bradyrhizobium* sp. In soils of

- Argentina. Ann. Appl. Biol. 148:207–212.
- Booger, F.C., and D. van Rossum. 2006. Nodulation of groundnut by *Bradyrhizobium*: a simple infection process by crack entry. FEMS Microbiology Reviews. 21 (1):5–27.
- Brockwell, I., P.J. Bottomley, and J.E. Theis. 1995. Manipulation of rhizobia microflora for improving legume productivity and soil fertility: A critical assessment. Plant and Soil 174:143–180.
- Catroux G., A. Hartmann and C. Revelin. 2001. Trends in rhizobial inoculant production and use. Plant and Soil 230, 21–30.
- Chemining'wa, G.N., S.M.W. Theuri and J.W. Muthomi. 2011. Abundance of indigenous rhizobia nodulating cowpea and common bean in Central Kenyan soils. Afr. J. Hort. Sci. 5:92–97.
- Downie, J.A. 1994. Signalling strategies for nodulation of legumes by rhizobia. Trends Microbiol. 2, 319–324.
- Felaifel, M.S.A. 1991. Toxicological studies on certain fungicides. Ph.D. Thesis Fac. of Agric. Zagazig Univ. 152 pp.
- Fujikake, H., A.Yamazaki, N. Ohtake, K. Sueyoshi, S. Matsushashi, T. Ito, C. Mizuniwa, T. Kume, S. Hashimoto, N.S. Ishioka, S. Watanabe, A. Osa, T. Sekine, H. Uchida, A. Tsuji and T. Ohyama. 2003. Quick and reversible inhibition of soybean root nodule growth by nitrate involves a decrease in sucrose supply to nodules. Journal of Experimental Botany, 54 (386): 1379–1388.
- Gad, N. 2012. Response of Groundnut (*Arachis hypogaea*) Plants to Cobalt and Molybdenum Mixture. Middle East Journal of Agriculture Research, 1(1):19–25.
- Giller, K. E. 2001, Nitrogen Fixations in Tropical Cropping Systems 2nd ed. CAB International. Willingford, Oxen, UK. 323 pp.
- Graham, P.H. and C.P Vance. 2000. Nitrogen fixation in perspective, an overview of research and extension needs. Field Crops Res. 65:93–106.
- Göttfert, M. 1993. Regulation and function of rhizobial nodulation genes. FEMS Microbiol. Rev. 104:39–64.
- Homchan, J. 1989. Environmental Constraint to Nitrogen Fixation and Rhizobial Survival. Lecture presented in BNF Training Course By FAO/DOA/NiFTAL. Bangkok, 6–31 March 1989.
- Hungria, M. and T.R.J. Bohrer. 2000. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. Biology and Fertility. 31:45–52.
- Jayakumar, K., C.A. Jaleel, M.M. Azooz, P. Vijayarengan, M. Gomathinayagam and R. Panneerselvam. 2009. Effect of Different Concentrations of Cobalt on Morphological Parameters and Yield Components of Soybean. Global J. of Molecular Sci. 4(1):10–14.
- Jordan, A. and P. Reichard. 1998. Ribonucleotide reductases. Annu Rev Biochem. 67:71–98.
- Kannenberg, E.L. and N.J. Brewin. 1994. Host–plant invasion by *Rhizobium*: the role of cell-surface components. Trends Microbiol. 2, 277–283.
- Kijne, J.W. 1992 The *Rhizobium* infection process. In: Biological Nitrogen Fixation. Stacey, G.S., H.J. Evans, and R.H. Burris. (Eds.). p. 347–398. Routledge, Chapman and Hall, New York, USA.
- Kishinevsky, B.D., D. Sen and R.W. Weaver. 1992. Effect of High Root Temperature on *Bradyrhizobium*-Peanut Symbiosis. Plant and Soil 143:275–282.
- Koes, R.E., F. Quattrocchio and J.N.M. Mol. 1994. The flavonoid biosynthetic pathway in plants. BioEssays 16, 123–132.
- Kulkarni, S., S. Surange and C. S. Nautiyal (2000). "Crossing the limits of *Rhizobium* existence in extreme conditions." Curr. Microbiol. 41:402–409.

- Kulkarni, J.H., V. Ravindra, V.K. Sojitra and D.M. Bhatt. 1988. Growth, nodulation and N uptake of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as influenced by water deficit stress at different phenophases. *Oleagineus*, 43:415–419.
- Kwari, J.D. 2005. Soil fertility status in some communities of southern Borno. Final report to PROSAB Project, Maiduguri, Nigeria. p. 21.
- Kyei-Boahen, S., A. E. Slinkard and F. L. Walley. 2002. Evaluation of rhizobial inoculation methods for chickpea. *Agronomy Journal*, 94:851–859.
- Licht, S., G.J. Gerfen and J. Stubbe. 1996. Thiel radicals in ribonucleotide reductases. *Science*, 271:477–481.
- Maier, R.J., and E.W. Triplett. 1996. Toward more productive, efficient, and competitive nitrogen- fixing symbiotic bacteria. *Critical Reviews in Plant Sciences* 15:191–234.
- Michiels, J., C. Verreth and J. Vanderleyden. 1994. Effects of Temperature Stress on Bean-Nodulating Strains. *Environ. Microbiol.* 60:1206–1212.
- Miller, K.J., J.A. Hadley and D.L. Gustine. 1994. Cyclic β -1,6-1,3-glucans of *Bradyrhizobium japonicum* . USDA 110 elicit isoflavonoid production in the soybean (*Glycine max.*) host. *Plant Physiol.* 104:917–923.
- Nambiar, P.T.C. 1988. Nodulation and nitrogen fixation. *In*:Groundnut. P.S. Redy (Ed.). Indian Council of Agricultural Research.
- Nasef, M.A., A.M. Abd El-Hameed, H.M. Salem and A.F. Abd El-Hamide. 2008. Efficiency of applied rates and methods of cobalt on growth, yield and elemental composition of peanut plants grown on a sandy soil. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor* 42(2):851–860.
- O'Hara, G.W., N. Boonkerd and M.J. Dilworth. 1988. Mineral constraint to nitrogen fixation. *Plant and Soil*, 108:93–110.
- Puppo A, K. Groten, F. Bastian, R. Carzaniga, M. Soussi and M.M. Lucas. 2005. Nodule senescence: roles for redox and hormone signaling in the orchestration of the natural aging process. *New Phytologist*, 165:683–701.
- Rahmiana, A.A., A. Harsono and Suryantini. 1991. Studi Rhizobium pada kacang tanah. *Dalam Hasil Penelitian Kacang Tanah Di Daerah Tuban*. Balittan Malang.
- Revellin, C., P. Leterme and G. Catroudx. 1993. Effect of some fungicides seed treatments on the survival of *Bradyrhizobium Japonica* and on the nodulation and yield of soybean (*Glycin max*, L.) Merr.}. *Biology and Fertility of Soils*, 16:211–214. {c.f. *Rev. Pl. path.*, 73:3266}.
- Serraj R., T.R. Sinclair and L.C. Purcell. 1999. Symbiotic N₂ fixation response to drought. *Journal of Experimental Botany*, 50:143–155.
- Sinclair, T.R and R. Serraj. 1995. Legume nitrogen fixation and drought. *Nature*. 378:344.
- Spaink, H.P. 1994. The molecular basis of the host specificity of *Rhizobium* bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*. 65:81–98.
- Spaink, H.P. 1995. The molecular basis of infection and nodulation by rhizobia: the ins and outs of symbiogenesis. *Annu. Rev. Phytopathol.* 33:345–368.
- Stalker, H.T. 1997. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Field Crops research. 53:205–217.
- Sucahyono, D. 2007. Toleransi isolat *Rhizobium* kacang tanah pada kondisi masam berkadar Fe tinggi. *Agritek*. 15:152–158.
- Tajima R., S. Morita and J. Abe. 2006. Distribution pattern of root nodules in relation to root architecture in two leading cultivars of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Japan. *Plant Production Science*. 9:249–255.
- Tajima, R., J. Abe, O. N.Lee, S. Morita and A. Lux. 2008. *Ann Bot.* 101(4):491–499.
- Thies, J.E., P.W. Singleton and B. B. Bohlool. 1991. Influence of the size indigenous rhizobial populations on establishment and symbiotic performance of introduced rhizobia on field-grown legumes. *Applied and Environmental microbiology*. 57 (1):19–28.
- Uheda E., H. Daimon and F. Yoshizako. 2001. Colonization and invasion of peanut (*Arachis hypogaea* L.) roots by *gusA*-marked *Bradyrhizobium* sp. *Canadian Journal of*

- Botany;79:733–738.
- van Rhijn, P. and J. Vanderleyden. 1995. The *Rhizobium*–plant symbiosis. Microbiol. Rev. 59, 124–142.
- Weisany, W., Y. Raei and K.H Allahverdipoor. 2013. Role of Some of Mineral Nutrients in Biological Nitrogen Fixation. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., Vol 2 (4):77–84.
- Vlassak, K. M. and J. Vanderleyden. 1997. Factors influencing nodule occupancy by inoculant rhizobia. Critical Reviews in Plant Sciences 16:163–229.
- Wolff ,A., P. Singleton, M. Sidirelli and B. Bohlool. 1993. Influence of acid soil on nodulation and interstrain competitiveness in relation to tannin concentrations in seeds and roots of *Phaseolus vulgaris*. Soil Biol Biochem. 25:715–21.
- Yakubu, H., J.D. Kwari and M.K. Sandabe. 2010. Effect of Phosphorus Fertilizer on Nitrogen Fixation by Some Grain Legume Varieties in Sudan –Sahelian Zone of North Eastern Nigeria. Nigerian Journal of Basic and Applied Science 18(1):19–26.
- Zahran, H.H. 1999. *Rhizobium-legume* symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions in arid climate. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 63:968–989.

HAMA UTAMA KACANG TANAH DAN STRATEGI PENGENDALIANNYA

Marwoto

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Usaha peningkatan produksi kacang tanah dilakukan melalui intensifikasi, perluasan areal, dan pembukaan lahan baru. Salah satu kendala utama dalam peningkatan produksi kacang tanah adalah gangguan hama. Kerugian akibat serangan hama pada kacang tanah yaitu menurunnya hasil sampai 80%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian. Tanaman kacang tanah sangat disukai oleh hama terbukti dengan banyaknya hama yang menyerang mulai dari hama di dalam tanah, hama bibit, hama daun, hama polong, dan hama biji.

Upaya pengendalian hama didasarkan atas konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dengan mengutamakan peningkatan peran pengendalian alami (iklim, musuh alami, dan kompetitor) untuk dapat bekerja secara optimal. Pestisida dapat diaplikasikan berdasarkan pemantauan ambang kendali dan diusahakan seminimum mungkin berdampak negatif terhadap lingkungan (Untung 1993, 2006). Prinsip operasionalnya adalah pengendalian hama sebagai bagian dari komponen atau sub sistem dari sistem pengelolaan agroekosistem. Dengan demikian pengendalian hama harus diterapkan dalam kerangka budidaya tanaman dan usahatani secara keseluruhan. Pendekatannya bersifat terpadu antarsektor dan antardisiplin ilmu tanpa mengutamakan salah satu sektor/disiplin ilmu tertentu. Pengendalian hama harus mencakup seluruh gatra pengelolaan ekosistem pertanian termasuk gatra teknis, ekologis, ekonomis, dan sosial budaya (Marwoto dan Hardaningsih 2004). Untuk memperoleh hasil kacang tanah yang prima pengambilan keputusan tindakan pengendalian hama harus didasarkan atas analisis agroekosistem kacang tanah.

Hingga kini pengendalian hama di tingkat petani masih mengandalkan pestisida, namun kurangnya pengetahuan tentang identifikasi dan bioekologi hama menyebabkan cara pengendalian yang diambil kurang tepat. Selain itu, cara aplikasi pestisida yang kurang tepat, juga salah satu penyebab gagalnya pengendalian hama di tingkat petani sehingga hama masih tetap menjadi masalah.

EKOSISTEM USAHATANI KACANG TANAH

Pemanasan global yang terjadi akhir-akhir ini bukan tidak mungkin berakibat pada meningkatnya populasi hama pada tanaman kacang tanah. Pemanasan global mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrim. Perubahan iklim tersebut mendorong peningkatan suhu bumi yang telah dan akan mengubah kondisi iklim global, regional dan lokal. Perubahan iklim ini diyakini akan berdampak terhadap berbagai aspek kehidupan dan sektor pembangunan, terutama sektor pertanian, dan dikhawatirkan akan mendatangkan masalah baru bagi keberlanjutan produksi pertanian, terutama tanaman pangan (Irianto 2009). Pemanasan global dapat menyebabkan perubahan yang signifikan dalam sistem fisik dan biologis seperti peningkatan intensitas badai tropis, perubahan pola presipitasi, salinitas air laut, perubahan pola angin,

masa reproduksi hewan dan tanaman, distribusi spesies dan ukuran populasi, frekuensi serangan hama, dan wabah penyakit (Witular 2008).

Akibat pemanasan global yang paling berpengaruh terhadap produksi tanaman antara lain adalah: kekeringan, penurunan/peningkatan curah hujan, dan peningkatan suhu udara. Penurunan curah hujan akibat variabilitas iklim maupun perubahan musiman disertai dengan peningkatan temperatur telah menimbulkan dampak yang signifikan terhadap ekosistem pertanian (kekeringan/ketersediaan air terbatas, menurun/meningkatnya curah hujan, gangguan hama dan penyakit tanaman).

Tanda-tanda di lapangan menunjukkan kaitan kuat antara masalah hama dan penyakit dengan perubahan iklim yang terjadi. Temperatur merupakan faktor utama yang berperan dalam perubahan iklim global dan secara langsung berpengaruh terhadap serangan hama (Bale *et al.* 2002). Beberapa pakar meramalkan bahwa pengaruh pemanasan global akan menyebabkan peningkatan intensitas serangan hama pada tanaman (Wilf dan Labandeira 1999; Bale *et al.* 2002).

Mekanisme alami dalam ekosistem seperti predatisme, parasitisme, patogenitas, persaingan intra/antarspesies, dan suksesi, akan bekerja secara efektif dan efisien dalam menjaga keseimbangan ekologi dan populasi suatu hama. Jaring-jaring makanan merupakan unsur ekosistem yang cukup penting dalam pengelolaan hama.

Kacang tanah dalam pola tanam lahan sawah merupakan tanaman kedua setelah padi. Pola yang dianut yaitu padi-padi-kacang tanah, padi-kacang tanah-kacang tanah, atau padi-kacang tanah untuk daerah tadah hujan atau pengairan terbatas. Sedang kacang tanah di lahan kering dapat ditanam pada musim hujan dan musim kemarau. Faktor hama dan penyakit kacang tanah yang sering menjadi masalah dalam kaitannya dengan lingkungan adalah:

1. pertanaman kacang tanah yang ditanam pada musim kemarau,
2. sistem tanam tidak serentak dalam satu areal yang luas,
3. cuaca yang panas mendorong peningkatan populasi hama,
4. cara aplikasi insektisida yang masih belum sempurna berdampak terhadap musuh alami, resistensi, resurgensi.

Dalam rangka pengendalian hama pada tanaman kacang tanah, kedudukan tanaman kacang tanah dalam agroekosistem perlu dipertimbangkan secara matang, agar kondisi lingkungan dan cara tanam dapat diatur sedemikian rupa sehingga tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan hama. Beberapa faktor budidaya yang sering menimbulkan masalah hama adalah keberagaman praktik budidaya tanaman, yaitu:

1. keberagaman waktu tanam: waktu tanam yang tidak seragam sering menimbulkan masalah hama dan penyakit karena stadia pertumbuhan yang dikehendaki hama selalu ada,
2. keberagaman benih: sukses tidaknya usaha tani kacang tanah salah satunya tergantung pada kualitas benih, terutama daya tumbuh dan kesehatan benih (bebas hama dan penyakit),
3. keberagaman ketersediaan air: kerusakan tanaman akibat serangan hama dan penyakit akan semakin parah jika terjadi kekurangan air,
4. keberagaman kondisi kesuburan tanah,
5. keberagaman tingkat pengendalian hama dan penyakit, yang biasanya masih bersifat individu dan bukan atas dasar musyawarah kelompok,
6. keberagaman dalam penanganan pascapanen.

Keberagaman faktor budidaya tanaman ini harus diperhatikan dalam rangka pengendalian hama dan penyakit berdasarkan atas pertimbangan ekosistem.

HAMA UTAMA PADA TANAMAN KACANG TANAH

Hama utama pada tanaman kacang tanah yang menyerang tanaman sejak tanaman tumbuh hingga menjelang panen terdiri lebih dari 20 spesies. Namun hanya beberapa hama utama yang penting yakni: pengisap daun (Kutu *Aphis A. craccivora*, kutu kebul *Bemisia tabaci*, tungau merah *Tetranychus cinnabarius*, *Thrips* spp. dan wereng *Empoasca* spp.), pemakan daun (ulat grayak *Spodoptera litura*, ulat jengkal *Chrysodeixis chalsites*) ulat penggulung daun *Lamprosema indicata*, ulat buah *Helicoverpa* spp., pengorok daun *Aproerema modicela*, hama polong (rayap *Odontotermes* spp, lundi *Holotrichia* spp., *Dermaptera Anisolobis annulipes*), dan hama pemakan biji (Kumbang bubuk *Tribolium castaneum*, dan ulat biji *Corcyra cephalonica*).

Hama Pengisap Daun

1. *Aphis craccivora* Koch.

Homoptera: Aphididae

Bioekologi. Tubuh *Aphis craccivora* berukuran kecil, lunak, dan berwarna hitam. Sebagian besar jenis serangga ini tidak bersayap, tetapi bila populasi meningkat, sebagian serangga dewasanya membentuk sayap bening. *Aphis* dewasa yang bersayap ini kemudian pindah ke tanaman lain untuk membentuk koloni baru. Serangga ini menyukai bagian-bagian muda dari tanaman inangnya. Panjang tubuh *Aphis* dewasa berkisar 1–1,6 mm. Nimfa *Aphis* dapat dibedakan dengan imagonya dari jumlah ruas antena yang lebih sedikit pada nimfa yang lebih muda. Jumlah antena nimfa instar satu umumnya 4 atau 5 ruas, instar kedua 5 ruas, instar tiga 5 atau 6 ruas dan instar empat atau imago 6 ruas. Serangga muda (nimfa) dan imago (dewasa) mengisap cairan tanaman. Serangan pada pucuk tanaman muda menyebabkan pertumbuhan tanaman kerdil. Hama ini juga bertindak sebagai vektor (serangga penular) berbagai penyakit virus kacang-kacangan (*Soybean Mosaic Ynts*, *Soybean Yellow Mosaic Virus*, *Bean Yellow Mosaic Virus*, *Soybean Dwarf Yrus*, *Peanut Stripe Virus*, dll). Hama ini menyerang tanaman kacang tanah muda sampai tua. Cuaca panas pada musim kemarau sering menyebabkan populasi hama kutu daun ini tinggi. Sampai saat ini, kutu daun ini hanya diketahui menyerang tanaman kacang tanah.



Gambar 1. Populasi *Aphis craccivora* pada daun dan bunga tanaman kacang tanah (Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013)

Pengendalian

- Tanam serempak.
- Semprot insektisida (Lampiran 1) bila telah mencapai ambang kendali (kerusakan daun 12,5%).

2. Kutu Kebul

Bemisia tabaci Gennadius

Homoptera: Aleyrodidae.

Bioekologi. Serangga dewasa kutu kebul berwarna putih dengan sayap jernih, ditutupi lapisan lilin yang bertepung. Ukuran tubuhnya berkisar 1–1,5 mm (Gambar 2). Serangga dewasa meletakkan telur di permukaan bawah daun muda. Telur berwarna kuning terang dan bertangkai seperti kerucut. Stadia telur berlangsung selama 6 hari. Serangga muda (nimfa) yang baru keluar dari telur berwarna putih pucat, tubuhnya berbentuk bulat telur dan pipih. Hanya instar satu kaki berfungsi, sedang instar dua dan tiga melekat pada daun selama masa pertumbuhannya. Panjang tubuh nimfa 0,7 mm. Stadia pupa terbentuk pada permukaan daun bagian bawah. Ada jenis lain yang lebih besar disebut *Aleurodicus dispersus* atau kutu putih.



Gambar 2. Kutu kebul *Bemisia tabaci* (Sumber: www.interempresas.net), dan serangan pada daun kacang tanah (Sumber: www.forestryimages.com).

Serangga muda dan dewasa mengisap cairan daun. Ekskreta kutu kebul menghasilkan embun madu yang merupakan media tumbuh cendawan jelaga, sehingga tanaman sering tampak berwarna hitam. Kutu kebul merupakan serangga penular penyakit *Cowpea Mild Mottle Virus* (CMMV) pada kacang tanah dan kacang-kacangan lain. Hama ini dapat menyerang tanaman dari famili Compositae, Cucurbitaceae, Cruciferae, Solanaceae, dan Leguminosae.

Pengendalian

- Tanam serempak
- Semprot insektisida (Lampiran 1) bila telah mencapai ambang kendali (kerusakan daun 12,5%).
- Penggunaan varietas tahan.

2. Tungau Merah

Tetranychus cinnabarius Boisduval

Acarina: Tetranychidae

Bioekologi. Tubuh tungau berwarna merah dengan tungkai putih. Panjang tubuhnya sekitar 0,5 mm. Perkembangan dari telur hingga menjadi tungau dewasa berlangsung selama lebih kurang 15 hari (Gambar 3). Telur diletakkan di permukaan bawah daun kacang tanah. Warna telur kuning pucat dan berbentuk bulat dengan ukuran 0,15 mm. Pada musim kering, perkembangbiakkan populasi tungau sangat cepat.

Tungau menyerang tanaman dengan mengisap cairan daun sehingga daun berwarna kekuning-kuningan. Pada daun yang terserang akan dijumpai jaringan benang halus yang digunakan oleh tungau dewasa untuk berpindah ke daun lain yang masih segar dengan cara bergantung pada benang. Selain kacang tanah, tungau merah juga menyerang, kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, ubikayu, pepaya dan karet.



Gambar 3. Tungau merah *Tetranychus cinnabarius* (Sumber: Ecoport.org).

Pengendalian

- Tanam serempak.
- Pemantauan secara rutin apabila populasi tinggi semprot dengan Akarisida.

3. Thrips

Scirtothrips dorsalis Hood

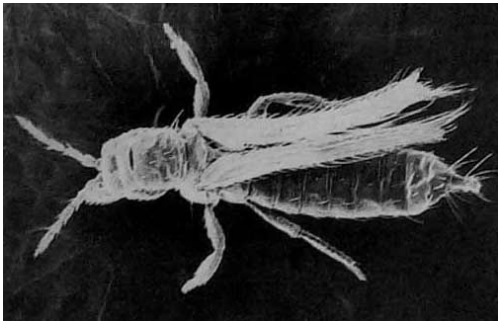
Thrips palmi Karny

Frankliniella schultzei Trybon

Callothrips indicus Bagnall

Thysanoptera : Thripidae

Bioekologi. Thrips merupakan serangga kecil hidup di bagian bunga dan cekungan/lipatan daun pada tanaman kacang tanah. Ukuran serangga ini hanya 2 mm, berwarna kuning krem (Gambar 4). Telur diletakkan di dalam jaringan daun muda. Siklus nimfa mengalami empat kali ganti kulit dan langsung menjadi serangga dewasa. Pada kondisi optimal, serangga muda (nimfa) berumur 15 hari, umur serangga dewasa 20 hari dan dapat meletakkan telur 40–50 butir. Thrips terdapat sepanjang tahun dan populasi meningkat pada musim kemarau/panas. Nimfa dan serangga dewasa menghisap daun, menyebabkan nekrotik dan serangan berat daun menjadi keriting. Serangan pada daun muda menyebabkan daun nekrotik dan keriting, dapat menyebabkan gagal panen.



Gambar 4. Imago Thrips dan gejala serangan pada daun kacang tanah.
(Sumber : Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013).

Pengendalian

- Tanam serempak, tidak lebih dari 10 hari.
- Memajukan waktu tanam.
- Tumpang sari dengan jagung.
- Semprot insektisida efektif.

4. Wereng *Empoasca* spp.

Hemiptera : Cicadellidae

Bioekologi. Hama ini juga dikenal dengan nama sikada, menyerang kacang tanah pada musim kemarau, kehilangan hasil dapat mencapai 40%.

Sikada pada kacang tanah berwarna hijau kekuningan, berukuran 3 mm, serangga jantan lebih kecil daripada serangga betina. Telur diletakkan di dalam jaringan daun, dekat tulang daun di permukaan bawah. Bentuk telur seperti buah alpukat. Seekor sikada betina dapat meletakkan 40 butir telur, telur menetas dalam 7–10 hari. Lama periode nimfa 7–14 hari. Nimfa dan serangga dewasa mengisap cairan daun muda dari permukaan bawah daun. Kerusakan pada daun muda, urat daun menjadi putih. Serangan pada tanaman muda menjadikan tanaman layu. Pada tanaman yang lebih tua, ujung daun muda yang terserang berwarna kuning membentuk huruf V. Kacang tanah yang terserang sikada tampak lebih kuning daripada tanaman sehat (Gambar 5).



Gambar 5. Hama Empoasca dan gejala serangan pada daun kacang tanah.
(Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013).

Pengendalian

- Tanam serempak, tidak lebih dari 10 hari.
- Memajukan waktu tanam.
- Tumpang sari dengan jagung.
- Semprot insektisida efektif.

Hama Pemakan Daun

1. Ulat Grayak

Spodoptera litura Fabricius

Lepidoptera : Noctuidae

Bioekologi. Serangga dewasa berupa ngengat abu-abu, meletakkan telur pada daun secara berkelompok. Ukuran tubuh ngengat betina 1,4 cm, sedangkan ngengat jantan 1,7 cm. Setiap kelompok telur terdiri dari 30–700 butir yang ditutupi oleh bulu-bulu berwarna merah kecoklatan. Telur akan menetas setelah 3 hari (Gambar 6). Ulat yang baru keluar dari telur berkelompok di permukaan daun dan makan epidermis daun. Setelah beberapa hari, ulat mulai hidup berpisah. Ulat grayak aktif makan pada malam hari, meninggalkan epidermis atas dan tulang daun sehingga daun yang terserang dari jauh terlihat berwarna putih. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh 50 mm. Kepompong terbentuk di dalam tanah. Setelah 9–10 hari, kepompong akan berubah menjadi ngengat dewasa. Selain memakan daun, ulat dewasa memakan polong muda dan tulang daun muda, sedang pada daun yang tua, tulang-tulanganya akan tersisa. Selain kacang tanah, ulat grayak juga menyerang jagung, kentang, tembakau, kacang hijau, bayam dan kobis.



Gambar 6. Ulat, kelompok, dan imago hama ulat grayak *Spodoptera litura*
(Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013).

Pengendalian

- Tanam serempak.
- Pemantauan secara rutin semprot insektisida (Lampiran 1) apabila telah mencapai ambang kendali (2 ekor/ 8 tanaman).

2. Ulat Jengkal

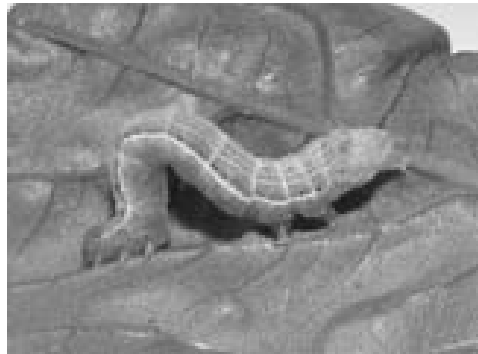
Chrysodeixis chalcites Esper;

Thysanoplusia (= *Trichoplusia*) *orichalcea* Fabricius

Lepidoptera : Noctuidae

Bioekologi. Ngengat betina meletakkan telur pada permukaan bawah daun secara satu persatu. Mula-mula telur berwarna putih kemudian berubah menjadi kuning. Setelah 3–4 hari, telur akan menetas. Ulat yang keluar berwarna hijau dan dikenal dengan sebutan ulat jengkal karena perilaku jalannya. Ulat dewasa membentuk kepompong dalam daun yang dianyam. Panjang tubuh ulat yang telah mencapai pertumbuhan penuh sekitar 4 cm. Setelah 7 hari, kepompong akan berubah menjadi ngengat (Gambar 7).

Ukuran tubuh ngengat betina 1,3 cm, sedangkan yang jantan 1,7 cm. Ulat makan daun dari arah pinggir. Serangan berat pada daun mengakibatkan hanya tulang-tulang daun yang tersisa dan keadaan ini biasanya terjadi pada fase pengisian polong. Ulat jengkal bersifat polifag. Selain kacang tanah, ulat jengkal juga menyerang tanaman jagung, kentang, tembakau dan kacang-kacangan lain.



Gambar 7. Imago dan larva ulat jengkal *Chrysodeixis chalcites* Esper.
(Sumber: www.africanmoths.com).

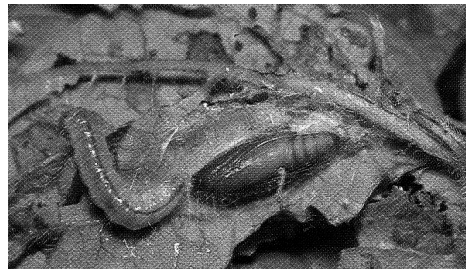
Pengendalian

- Tanam serempak
- Semprot insektisida (Lampiran 1) bila telah mencapai ambang kendali (kerusakan daun 12,5%).

3. Ulat Penggulung Daun

Omiodes (=Lamprosema, Hedylepta) indicata Fabricius
Lepidoptera : Pyralidae

Bioekologi. Ngengat betina berukuran kecil, berwarna coklat kekuningan dengan lebar rentangan sayap 20 mm. Ngengat betina meletakkan telur secara berkelompok pada daun-daun muda. Setiap kelompok terdiri dari 2–5 butir. Ulat yang keluar dari telur berwarna hijau, licin, transparan dan agak mengkilap (Gambar 8). Pada bagian punggung (toraks) terdapat bintik hitam. Seperti namanya, ulat ini membentuk gulungan daun dengan merekatkan daun yang satu dengan yang lainnya dari sisi dalam dengan zat perekat yang dihasilkannya. Di dalam gulungan, ulat memakan daun, sehingga akhirnya tinggal tulang daunnya yang tersisa. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh 20 mm. Kepompong terbentuk di dalam gulungan daun. Kadang-kadang ulat jenis Tortricidae dijumpai dalam gulungan daun. Serangan hama ini terlihat dengan adanya daun-daun yang tergulung menjadi satu. Bila gulungan dibuka, akan dijumpai ulat atau kotorannya yang berwarna coklat hitam. Selain menyerang kacang tanah, ulat ini juga menyerang kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, dan *Calopogonium* sp.



Gambar 8. Ulat penggulung daun *Omiodes* (= *Lamprosema*, *Hedylepta*) *indicata* *Fabricius*.

Pengendalian

- Tanam serempak
- Pemantauan secara rutin, apabila populasi tinggi semprot dengan insektisida (Lampiran 1).

3. Ulat buah *Helicoverpa* (*Heliothis*)

Helicoverpa (*Heliothis*) *armigera* *Huebner*

Lepidoptera : Noctuidae

Bioekologi. Telur diletakkan secara terpencah satu per satu pada daun, pucuk atau bunga pada malam hari. Telur biasanya diletakkan pada tanaman berumur 2 minggu setelah tanam. Telur berwarna kuning muda. Setelah 2–5 hari, telur menetas menjadi ulat. Ulat yang baru keluar kemudian makan kulit telur. Ulat muda makan jaringan daun, sedangkan ulat instar yang lebih tua makan bunga, polong muda dan biji. Warna ulat tua bervariasi, hijau kekuning-kuningan, hijau, coklat atau agak hitam kecoklatan (Gambar 9). Tubuh ulat sedikit berbulu. Panjang tubuh ulat pada pertumbuhan penuh sekitar 3 cm dengan lebar kepala 3 mm. Kepompong terbentuk di dalam tanah. Setelah 12 hari, ngengat akan keluar. Warna tubuh ngengat kuning kecoklatan. Ciri khusus cara makan ulat *Helicoverpa* adalah kepala dan sebagian tubuhnya masuk ke dalam polong. Selain makan polong, ulat juga menyerang daun dan bunga. Serangga hama ini mempunyai banyak tanaman inang: kacang hijau, kacang buncis, kacang tanah, gude, kentang, tomat, kapas, jagung, kentang, kubis, bawang merah, apel, jarak, tembakau, sorgum, jeruk dan bunga matahari.



Gambar 9. Hama ulat buah *Helicoverpa* (*Heliothis*) *armigera* *Huebner*
(Sumber : www.insecimage.org).

Pengendalian

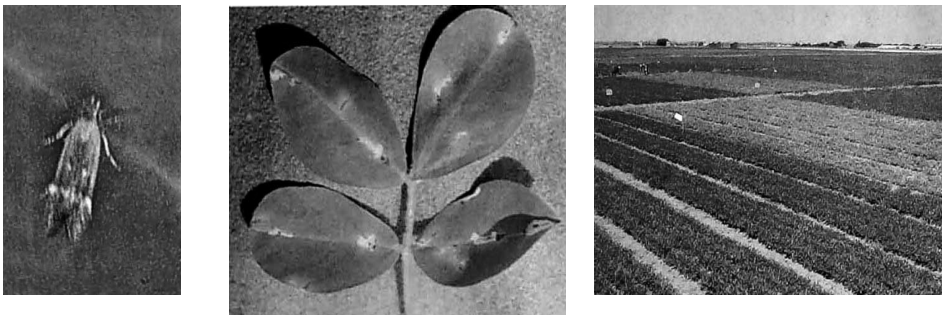
- Tanam serempak.
- Semprot insektisida (Lampiran 1) bila telah mencapai ambang kendali (kerusakan daun 12,5%).

4. Pengorok daun

Aproerema modicela Deventev

Lepidoptera : Gelechiidae

Bioekologi. Hama ini merupakan hama kunci di India maupun di Indonesia, mempunyai tanaman inang yang terbatas, salah satunya tanaman kacang tanah. Serangga hama dewasa berwarna kecoklatan dan keabu-abuan, panjang tubuh 6 mm, rentang sayap 10 mm (Gambar 10). Telur berwarna mengkilap, diletakkan secara individu biasanya di bawah permukaan daun. Serangga betina dapat meletakkan hingga 200 butir. Telur menetas dan larva muda langsung menggerek/mengorok di dalam daun di antara epidermis atas dan bawah. Gejala serangan dapat diamati dengan adanya perubahan warna daun menjadi kecoklatan seperti kering. Serangan berat di lapangan, terlihat daun kacang tanah seperti terbakar. Pertumbuhan dan perkembangan hama ini dipicu dengan keadaan musim yang kering.



Gambar 10. Hama pengorok daun *Aproerema modicela*, gejala seranag pada daun dan serangan di lapang dalam uji varietas (Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013).

Pengendalian

- Pemantauan secara rutin.
- Bila diketahui serangan mencapai 12,5% semprot dengan insektisida sistemik (Lampiran 1).

Hama Polong

1. Rayap

Odontotermes spp

Isoptera : Termitidae

Bioekologi. Rayap menyerang tanaman kacang tanah melalui tiga cara: (1) masuk langsung ke dalam sistem perakaran, menggerek di dalam akar dan batang, dan akhirnya menyebabkan tanaman mati, (2) langsung menggerek dan melubangi polong dan merusak biji, dan (3) langsung merusak urat polong kacang tanah. Polong yang terserang rayap menjadikan kacang tanah peka terhadap serangan jamur *Aspergillus* spp (Gambar 11).

Rayap tersebar di Asia dan berbahaya pada kacang tanah yang ditanam pada tanah yang berwarna kemerahan dan berpasir, namun tidak menyebabkan kerusakan yang tinggi pada tanah Vertisol. Kacang tanah yang terlambat panen, kerusakan oleh rayap lebih besar.



Gambar 11. Hama rayap *Odontotermes* spp. (Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013).

Pengendalian

- Membersihkan sisa tanaman.
- Tanam serempak.
- Pengairan.
- Insektisida butiran (Lampiran 1).

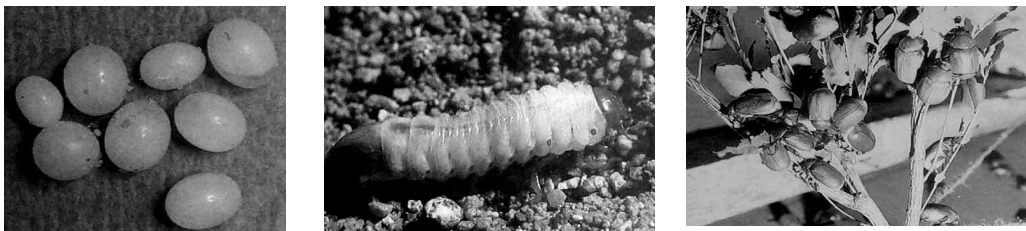
2. Lundi

Holotrichia spp.

Coleoptera : Melolontidae

Bioekologi. Hama lundi bersifat polifag, menimbulkan kerusakan pada berbagai tanaman. Kerusakan berat terjadi pada tanaman yang ditanam di tanah pasir. Telur diletakkan secara tunggal di dalam tanah 5–20 cm. Telur berwarna putih berbentuk lonjong berukuran 2,0–2,5 mm, lama stadium telur 9–11 hari. (Gambar 12). Larva yang baru menetas makan bahan organik, larva mengalami 2 kali ganti kulit. Lama instar pertama 13–19 hari, instar kedua 31–39 hari dan instar ketiga 118–131 hari. Kepompong dibentuk di dalam tanah, lama stadium kepompong 15 hari. Serangga dewasa atau kumbang berukuran 7 x 20 mm. Kumbang keluar dari dalam tanah pada malam hari, setelah hujan turun. Penerbangan yang paling banyak antara pukul 18.00–20.00. Daya terbang kumbang tidak terlalu jauh, hanya di sekitar permukaan tanah. Kumbang dewasa setelah keluar dari tanah segera kawin. Kumbang betina meletakkan telur sekitar 30 butir.

Gejala serangan dapat dilihat dari larva yang baru menetas makan bulu akar dan bintil akar, sedangkan larva instar tiga memotong ujung akar, sehingga tanaman layu dan mati.



Gambar 12. Telur, larva dan imago hama lundi *Holotrichia* spp. (Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013).

Pengendalian

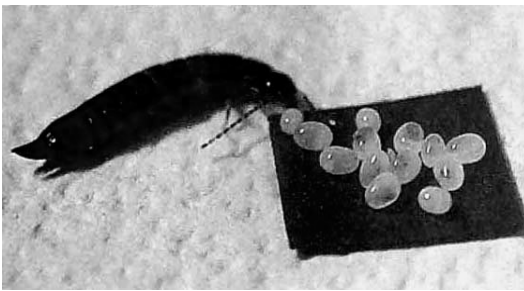
- Memajukan waktu tanam dan tanam serempak kurang dari 10 hari.
- Pengolahan tanah dan pengairan.
- Lampu perangkap.
- Insektisida granula/butiran (Lampiran 1).

2. Cocopet, Dermaptera

Anisolobis annulipes Lucas

Dermaptera : Forficulidae

Bioekologi. *Anisolobis annulipes* dikenal sebagai cocopet. Hama ini merusak polong kacang tanah dan termasuk hama yang penting. Serangan hama ini di kabupaten Tuban dapat menurunkan hasil sampai 50%.



Gambar 13. Telur, imago, dan gejala serangan *Anisolobis annulipes* hama pada polong kacang tanah (Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013)

Serangga dewasa kawin 7–10 hari setelah muncul, dan meletakkan telur 10–23 hari kemudian. Telur berwarna putih, diletakkan di dalam kelompok dan menetas setelah 7–11 hari. Seekor serangga betina mampu meletakkan telur 21–108 butir. Sepanjang hidupnya nimfa melewati 5 instar dan serangga dewasa hidup sampai 252 hari. Iklus hidup dari telur hingga dewasa 56–72 hari. Cocopet menggerek polong dan makan biji, lubang gerakan berisi kotorannya dan tanah. Tanaman yang terserang nampak segar dan tidak mengalami perubahan, tetapi bijinya rusak (Gambar 13).

Pengendalian

- Tanam serempak
- Pengairan
- Insektisida butiran (Lampiran 1).

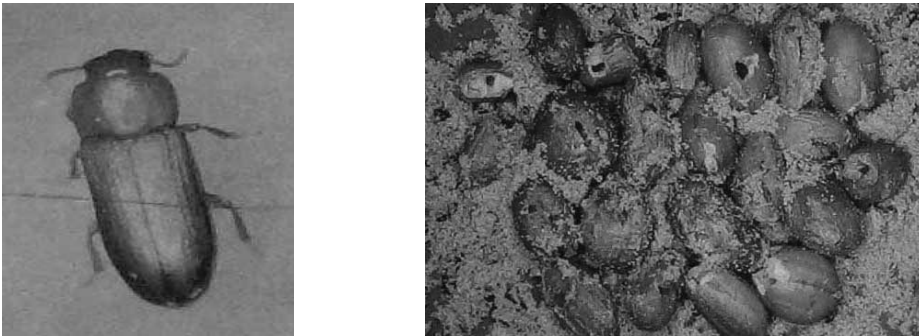
Hama Biji

1. Kumbang Bubuk

Tribolium castaneum Herbst

Coleoptera : Tenebrionidae

Bioekologi. Serangga ini merupakan hama penting pada biji kacang tanah di dalam gudang. Kumbang agak pipih, memanjang berwarna coklat, berukuran 3–4 mm, lama hidup kumbang 18 bulan (Gambar 14).



Gambar 14. Kumbang Bubuk *Tribolium castaneum* dan gejala serangan
(Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013).

Telur diletakkan secara tunggal. Seekor kumbang betina mampu bertelur 46 butir sepanjang hidupnya. Larva yang baru menetas berbentuk lonjong berwarna putih keco-klatan dan makan biji. Larva berambut halus. Kepompong diletakkan di antara biji yang dimakan. Lama periode telur sampai menjadi kumbang 20 hari pada suhu 35 °C dan kelembaban 79% tetapi dapat menjadi 141 hari pada suhu 25 °C dan kelembaban 70%.

Gejala serangan ditunjukkan dengan larva dan kumbang makan biji kacang tanah sehingga menjadi berlubang, apabila kerusakan berat yang tersisa tinggal kulitnya saja.

Pengendalian

- Biji bebas telur hama
- Kadar air simpan 11%
- Gudang bebas hama
- Untuk benih dapat perlakuan benih dengan insektisida
- Fumigasi (Lampiran 1).

2. Ulat biji

Corcyra cephalonica Stainton

Lepidoptera: Galleridae

Bioekologi. Serangga ini dikenal sebagai hama pada beras. Selain pada beras dan kacang tanah hama ini juga menyerang jagung, sorgum, dan gandum. Ngengat berukuran kecil 12–15 mm, lebar bentangan sayap 20 mm. Apabila istirahat sayapnya selalu tertutup. Sayap depan berwarna coklat abu-abu dengan urat-urat berwarna lebih gelap (Gambar 15).

Telur berwarna putih, diletakkan di antara biji kacang tanah. Seekor ngengat betina mampu meletakkan telur sebanyak 150 butir sepanjang hidupnya. Ulat sangat mobil dan makan permukaan dan bagian dalam biji. Biji-biji yang dimakan kemudian dirajut menjadi satu. Kepompong terbentuk dalam kokon di dalam gumpalan biji-biji kacang tanah. Lama perkembangan dari telur hingga menjadi ngengat 4–5 minggu pada suhu 28–30 °C.

Gejala serangan mudah terlihat karena adanya gumpalan biji-biji kacang tanah. Ulat atau kepompong berada di dalam gumpalan yang berbaur dengan kotoran.



Gambar 15. Imago hama bubuk dan Ulat biji *Corcyra cephalonica* pada kacang tanah
(Sumber: R. Rao GV & Rameshwar Rao V. 2013)

Pengendalian

- Biji bebas telur hama
- Kadar air simpan 11%
- Gudang bebas hama
- Untuk benih dapat perlakuan benih dengan insektisida
- Fumigasi (Lampiran 1).

PENGENDALIAN TERPADU

Pendekatan Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama pada tanaman kacang tanah berlandaskan strategi penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). PHT menurut Untung (1993, 2006), dan Marwoto *et al.* (1990) adalah suatu cara pendekatan atau cara pengendalian hama dan penyakit yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan.

Strategi PHT adalah mendukung secara kompatibel semua teknik atau metode pengendalian hama dan penyakit didasarkan pada asas ekologi dan ekonomi. Prinsip operasional yang digunakan dalam PHT adalah:

1. budidaya tanaman sehat. Tanaman yang sehat mempunyai ketahanan ekologi yang tinggi terhadap gangguan hama dan penyakit. Untuk itu penggunaan paket teknologi produksi dalam praktek agronomis yang dilaksanakan harus diarahkan kepada terwujudnya tanaman yang sehat.
2. pelestarian musuh alami. Musuh alami (parasit, predator, dan patogen serangga) merupakan faktor pengendali hama/penyakit penting yang perlu dilestarikan dan dikelola agar mampu berperan secara maksimum dalam pengaturan populasi hama di lapang.
3. pemantauan ekosistem secara terpadu. Pemantauan ekosistem pertanaman yang intensif secara rutin oleh petani merupakan dasar analisis ekosistem untuk pengambilan keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan.

4. petani sebagai ahli PHT. Petani sebagai pengambil keputusan dan ketrampilan dalam menganalisis ekosistem serta mampu menetapkan keputusan pengendalian hama secara tepat sesuai dengan dasar PHT.

Analisis Ekosistem sebagai Dasar Pengendalian Hama

Pada sistem PHT, pengambilan keputusan didasarkan atas analisis ekosistem. Analisis ekosistem yang telah ditetapkan dan berfungsi terdiri dari 3 subsistem, yaitu: pemantauan, pengambilan keputusan dan tindakan dengan alur informasi sebagai berikut.

- a) Subsistem pemantauan atau monitoring berfungsi untuk selalu memantau keadaan agro-ekosistem yang dikelola melalui kegiatan pengamatan rutin, baik terhadap komponen biotik (tanaman, intensitas kerusakan, populasi hama dan penyakit, populasi musuh alami, keadaan gulma, dan lain-lain) maupun komponen abiotik (curah hujan, suhu, air, angin, dan lain-lain). Pengamatan secara rutin (misal satu minggu sekali) dapat dilakukan oleh petugas pengamat khusus atau oleh petani yang sudah terlatih. Metode pengamatan harus dibuat yang praktis dan ekonomis tetapi tetap dengan ketelitian statistik yang dapat dipertanggungjawabkan.
- b) Subsistem pengambilan keputusan atau *decision making* berfungsi untuk menentukan keputusan pengelolaan hama yang tepat yang didasarkan pada analisis data hasil pemantauan yang secara rutin diterima dari subsistem pemantauan. Pengambilan keputusan didasarkan pada model dan teknologi pengelolaan hama yang dikuasai oleh dan tersedia bagi si pengambil keputusan. Keputusan yang diambil oleh pengambil keputusan merupakan berbagai tindakan yang perlu dilakukan pada agro-ekosistem agar sasaran PHT terpenuhi, termasuk keputusan kapan dan bagaimana pestisida digunakan.
- c) Subsistem program tindakan atau *action program* mempunyai fungsi untuk segera melaksanakan keputusan dan rekomendasi yang dibuat oleh subsistem pengambilan keputusan dalam bentuk tindakan pengendalian atau pengelolaan hama pada unit lahan atau lingkungan pertanian yang dikelola. Tindakan tersebut dapat dilakukan oleh petani perorangan atau secara kelompok.

Komponen Pengendalian. Berikut disampaikan komponen-komponen pengendalian hama/penyakit yang dapat dipadukan dalam penerapan PHT pada tanaman kacang tanah.

1. Pemanfaatan pengendalian alami dengan mengurangi tindakan-tindakan yang dapat merugikan atau mematikan perkembangan musuh alami. Menurut Huffaker *et al.* (1971) pengendalian alami disebut juga sebagai keseimbangan alami (*balance of nature*) yaitu penjagaan jumlah populasi suatu organisme dalam kisaran batas atas dan batas bawah tertentu sebagai hasil tindakan pengelolaan lingkungan keseluruhan baik lingkungan biotik maupun abiotik. Sampai tingkatan tertentu pengendalian alami tentu berpengaruh terhadap semua jenis organisme. Pengertian ini menekankan bahwa populasi hama dalam kurun waktu tertentu dan pada kombinasi komponen-komponen ekosistem tertentu berada pada suatu keadaan keseimbangan yang dinamik.
2. Pengendalian fisik dan mekanik yang bertujuan untuk mengurangi populasi hama/penyakit, mengganggu aktivitas fisiologis hama yang normal, serta mengubah lingkungan fisik menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangan hama. Pengu-

rangan populasi hama/penyakit dapat dilakukan juga dengan mengambil kelompok telur dan membunuh larva hama atau imagonya atau mengambil tanaman yang sakit.

3. Pengendalian dengan cara bercocok tanam. Menurut Pedigo (1996), sebagian besar teknik pengendalian hama secara budidaya dapat dikelompokkan menjadi empat sesuai dengan sasaran yang akan dicapai yaitu: 1) Mengurangi kesesuaian ekosistem, 2) mengganggu kontinuitas penyediaan keperluan hidup hama, 3) mengalihkan populasi hama menjauhi tanaman, dan 4) mengurangi dampak kerusakan tanaman. Pengelolaan ekosistem melalui usaha bercocok tanam, bertujuan untuk membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan pembiakan atau pertumbuhan serangga hama dan penyakit serta mendorong berfungsinya agensi pengendali hayati.

Beberapa teknik bercocok tanam yang dapat menjadi komponen PHT antara lain sebagai berikut.

- a) Penanaman varietas tahan. Tanaman yang tahan adalah tanaman yang menderita kerusakan yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan tanaman varietas lain dalam keadaan tingkat populasi hama yang sama dan pada keadaan lingkungan yang sama. Baumgartner *et al.* (1986), menyebutkan vigor dan kualitas tanaman yang baik merupakan faktor penting dalam siklus hidup kutu kebul, karena itu diperlukan varietas yang mempunyai kualitas baik sehingga tahan terhadap serangan kutu kebul.
- b) Penanaman benih sehat yang berdaya tumbuh baik, benih yang sehat akan tumbuh menjadi tanaman. Tanaman yang sehat mempunyai ketahanan ekologi yang tinggi terhadap gangguan hama dan penyakit. Tanaman yang sehat lebih cepat mengatasi atau menyembuhkan dari kerusakan yang terjadi akibat serangan hama antara lain dengan mempercepat membentuk anakan, tunas baru atau proses penyembuhan fisiologis lainnya. Tanaman yang sehat mempunyai ketahanan ekologi yang tinggi terhadap gangguan hama.
- c) Pergiliran tanaman untuk memutus siklus hidup hama: Pergiliran tanaman tujuannya memutus kesinambungan penyediaan makanan bagi hama di suatu tempat, yaitu dengan tidak menanam suatu jenis tanaman yang sama dari musim ke musim berikutnya. Pergiliran atau rotasi tanaman yang baik adalah bila jenis tanaman pada suatu musim berbeda dengan jenis tanaman yang ditanam pada musim berbeda dan jenis tanaman tersebut bukan merupakan inang hama yang menyerang tanaman yang ditanam pada musim sebelumnya. Dengan pemutusan ketersediaan inang pada musim berikutnya populasi hama yang sudah meningkat pada musim sebelumnya dapat ditekan pada musim berikutnya. Rotasi tanaman paling efektif untuk mengendalikan hama yang memiliki kisaran makanan sempit dan kemampuan migrasi terbatas terutama pada fase yang aktif makan. Usaha untuk menekan populasi kutu kebul pada tanaman kacang tanah dapat dilakukan dengan pergiliran tanaman kacang tanah dengan padi, jagung. Cara ini sangat efektif untuk pertanaman kacang tanah di lahan sawah tadah hujan, sedang untuk lahan kering pergiliran tanaman dapat dilakukan dengan jagung.
- d) Sanitasi membersihkan sisa-sisa tanaman atau tanaman lain yang dapat dipakai sebagai inang oleh hama. Teknik sanitasi atau pembersihan merupakan cara pengendalian bercocok tanam yang paling tua dan cukup efektif menurunkan populasi hama karena banyak hama yang bertahan hidup atau berdiapause di

sisa-sisa tanaman. Dengan membersihkan sisa-sisa tanaman dapat dikurangi laju peningkatan populasi hama dan ketahanan hidup hama. Pada prinsipnya teknik sanitasi dilakukan dengan membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman/singgang, tunggul tanaman atau bagian-bagian tanaman lain yang tertinggal setelah panen. Bagian tanaman tersebut seringkali merupakan tempat berlindung hama, tempat berdiapause, atau tempat tinggal sementara sebelum tanaman utama kembali ditanam. Tindakan sanitasi dapat dilakukan dengan penghancuran: 1) sisa-sisa tanaman yang masih hidup, 2) tanaman atau bagian tanaman yang terserang hama, 3) sisa tanaman yang sudah mati, 4) jenis tanaman lain yang dapat menjadi inang pengganti, dan 5) sisa-sisa bagian tanaman yang jatuh atau tertinggal di permukaan tanah seperti buah dan daun.

- e) Penetapan masa tanam, diusahakan dalam satu hamparan dapat tanam serempak atau selisih waktu tanam tidak boleh lebih dari 10 hari.
 - f) Penanaman tanaman perangkap (*trap*) atau penolak (*reppelen*) dengan tujuan hama akan lebih tertarik pada tanaman perangkap, misalnya: penanaman jagung pada areal pertanaman kacang tanah untuk menarik hama ulat buah (*Helicoverpa armigera*), menanam sesbania pada pertanaman kacang tanah untuk menarik hama pengisap polong.
 - g) Pengairan model *sprinkler* telah banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan hama. Hasil penelitian pada tanaman melon jingga menunjukkan serangan kutu kebul *B. tabaci* lebih ringan pada pengairan dengan sprinkler yang terjadwal harian dibanding dua mingguan (Castle *et al.* 1996). Populasi *B. tabaci* berkurang secara signifikan pada kapas yang diairi dengan sprinkler dibanding pada pengairan dengan irigasi tanpa mengurangi populasi musuh alaminya (Gencsoylu dan Sezgin 2003).
4. Penggunaan pestisida secara selektif untuk mengembalikan populasi hama pada asas keseimbangannya. Keputusan tentang penggunaan pestisida dilakukan setelah diadakan analisis ekosistem terhadap hasil pengamatan dan penetapan tentang ambang kendali. Pestisida yang dipilih harus yang efektif dan telah diizinkan (Lampiran 2).

OPERASIONAL APLIKASI PESTISIDA DI LAPANG

Banyak cara atau teknik penggunaan pestisida di lapangan, bergantung pada pertanaman, masalah hama-penyakit dan peralatan yang digunakan. Teknik ini harus diajarkan kepada operator dalam rangka pelatihan penggunaan pestisida. Operasional aplikasi insektisida di lapang harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut.

1. Ada beberapa prinsip dasar yang berlaku bagi banyak keadaan, yang memungkinkan pengguna mendapatkan hasil yang paling efektif, aman terhadap diri sendiri maupun orang lain dan lingkungan.
2. Jangan aplikasi pestisida tanpa cukup latihan.
3. Jangan izinkan anak-anak menyemprot pestisida atau kemungkinan terkena, hindarkan mereka dari area yang disemprot.
4. Jangan mengizinkan pekerja lain berada di lapangan bila sedang ada penyemprotan pestisida.
5. Baca dan patuhi petunjuk label atau tanyakan pada petugas ~~nasihat~~ mengenai dosis, teknik, pakaian pelindung, waktu, aplikasi ulangan, tenggang waktu diperbolehkan memasuki lapangan kembali, dan masa penghentian menjelang panen.

6. Perhatikan keadaan cuaca, terutama angin yang dapat menyebabkan tampyas. Hal ini dapat menyebabkan pestisida menjadi tidak efektif karena tertiuap angin dan hilang dari sasaran, serta mungkin menjadi berbahaya bila tampusnya mengenai operator, pertanian lain, perairan, hewan dan rumah. Beberapa pestisida mudah tercuci oleh air hujan dan membutuhkan masa tidak hujan setelah penyemprotan supaya dapat efektif.
7. Cegahlah manusia atau hewan memasuki pertanian yang baru saja disemprot.

PENUTUP

Hama merupakan salah satu kendala dalam peningkatan hasil kacang tanah karena dapat menyebabkan kehilangan hasil dapat mencapai 80% bahkan puso apabila tidak di-kendalikan.

Hama penting pada tanaman kacang tanah adalah: pengisap daun (*Aphis A. craccivora*, kutu kebul *Bemisia tabaci*, tungau merah *Tetranychus cinnabarius*, *Thrips* spp. dan *Empoasca* spp.), pemakan daun (ulat grayak *Spodoptera litura*, ulat jengkal *Chrysodeixis chalsites*, ulat penggulung daun *Lamprosema indicata* dan ulat daun *Helicoverpa* spp.), pengorok daun (*Aproerema modicela*), hama polong (rayap *Odontotermes* spp), Lundi (*Holotrichia* spp.), *Dermaptera* (*Anisolibis annulipes*) dan hama pemakan biji (kumbang bubuk *Tribolium casteneum*, ulat biji *Corcyra cephalonica*).

Usaha pengendalian hama pada tanaman kacang tanah berlandaskan strategi penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT), didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, L.S, P. D. Valpine, J. Harte, and J. Call. 2007. Effects of Long-term Experimental Warming on Aphid Density in the Field. *Journal of the Kansas Entomological Society* 80(2):156–168.
- Anonimous, 2007. Strategi dan Inovasi Teknologi Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim Global. Badan Libang Pertanian. Deptan. 29 hlm.
- Bale, J. S., G. J. Masters, I. D. Hodkinson, C. Awmack, T. M. Bezemer, V. K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. C. Coulson, J. Farrar, J. E. G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T. H. Jones, R. L. Lindroth, M. C. Press, I. Symmioudis, A. D. Watt, and J. B. Whittaker. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8:1–16.
- Baumgärtner, J., V. Delucchi, R. von Arx, and D. Rubli. 1986. Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn. Stern.: Aleyrodidae) infestation patterns as influenced by cotton, weather and *Heliothis*: Hypotheses testing by using simulation models. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 17 (1–2):49–59.
- Castle, S.J., T.J. Henneberry and N.C. Toscano. 1996. Suppression of *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) infestation in cantaloupe and cotton with sprinkler irrigation. *Crop Prot.* 15:657–663.
- Gencsoylu, I. and E. Yilmaz. 2003. Influence of various methods on *Frankliniella* spp (Thysanoptera: Thripidae) in cotton fields. *Asian Journal of Plant Science.* 2(10):768 –771.
- Huffaker, C.B., P.S. Messenger, and P. de Bach. 1971. The Natural Enemy Component in Natural Control and The Theory of Biological Control. *Dalam* C.B. Huffaker dan P.S. Messenger

- (ed). *Theory and Practice of Biology Control*. Acad. Press. New York. 788 p.
- Irianto, S.G. 2009. Perubahan Iklim dan Ketahanan Pangan: Dampak dan Strategi Antisipasinya. Pemanasan Global: Strategi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia. Seminar Nasional Fak. Pertanian. Univ. Brawijaya. Malang 31 Januari 2009. 14 hlm.
- Marwoto, dan Sri Hardaningsih. 2004 Identifikasi hama penyakit kedelai serta cara pengendaliannya. Lokakarya Pengembangan kedelai melalui pendekatan PTT di lahan kering masam. Balitkabi-BPTP Lampung. 72 hlm.
- Marwoto, E. Wahyuni dan K.E. Neering, 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian hama kedelai secara terpadu. Monograf Balittan Malang, No. 7. 38 hlm.
- Pedigo, L.P. 1996. *Entomology and Pest Management*. Second Edition. Prentice Hall Inc. USA. 679 p.
- Ranga Rao GV and Rameshwar Rao V. 2013. Handbook on Groundnut Insect Pests Identification and Management. Information Bulletin No. 39, Patancheru, Andhra Pradesh 502 324, India: ICRISAT. 88 pp.
- Supriyatin dan Marwoto, 1990. Hama-hama penting pada kacang tanah. *Dalam* A. Kasno, A. Winarto dan Sunardi (eds). Monograf Balittan Malang No. 12:225–224.
- Untung, K. 1993. Konsep Pengendalian Hama Terpadu. Offset, Yogyakarta. 149 hlm.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (Edisi kedua). Gajah Mada Univ. Press. 348 hlm.
- Wightman, J.A and G.V. Tanga Rao. 1993. A Groundnut Insect Identification Handbook for India. ICRISAT. Information Bull. No. 39. 60 p.
- Wilf, P. and C.C. Labandeira. 1999. Response of plant-insect associations to Paleocene-Eocene warming. *Science* 284:2153–2156.
- Witular, R. 2008. Isu Perubahan Iklim: Pencetus Perubahan Pengelolaan Lingkungan Hidup ke Arah yang Lebih Baik. <http://www.setneg.go.id>. Diakses 26 November 2008.

Lampiran 1. Insektisida yang dapat dipakai untuk mengendalikan hama-hama palawija.

Hama sasaran	Nama insektisida	Bahan aktif
Kutu kebul	Mitac 200 EC	amitraz
Kutu Aphis	Nissuron 50 EC	heksitiazok
Tungau	Kelthane 200 EC	dikofol
	Omite	propargit
	Alika 247 ZC	lamda sihalotrin dan timetoksam
Ulat grayak	Ambush 2 EC	permetrin
	Decis 2,5 EC	dekametrin
	Trebon 95 EC	etofenproks
	Cymbush 50 EC	sipermetrin
	Cascade 50 EC	flufenoksuron
	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Buldok 25 EC	betasiflutrin
	Matador 25 EC	sihalotrin
Ulat jengkal	Ambush 2 EC	permetrin
	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Cascade 50 EC	flufenoksuron
	Cymbush 50 EC	sipermetrin
	Decis 2,5 EC	dekametrin
	Matador 25 EC	sihalotrin
Ulat penggulung daun	Ambush 2 EC	permetrin
	Corsair 100 EC	permetrin
	Cymbush 50 EC	sipermetrin
	Decis 2,5 EC	dekametrin
	Fastac 15 EC	alfametrin
Ulat Heliothis	Ambush 2 EC	permetrin
	Corsair 100 EC	permetrin
	Cymbush 50 EC	sipermetrin
	Decis 2,5 EC	dekametrin
Uret/lundi (<i>Holotrichia</i> sp)	Furadan 3 G	carbofuran
Rayap (<i>Odontotermes</i> spp)	Dharmafor 3 G	carbofuran
	Petrofor 3 G	carbofuran
	Fastac 15 EC	alfametrin
Ulat tanah (<i>Agrotis</i> sp)	Furadan 3 G	carbofuran
	Dharmafor 3 G	carbofuran
	Petrofor 3 G	Carbofuran

PENYAKIT-PENYAKIT PENTING YANG DISEBABKAN OLEH JAMUR PADA KACANG TANAH DAN CARA PENGENDALIANNYA

Sri Hardaningsih dan Sumartini

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Penyakit merupakan salah satu pembatas penting pada budidaya kacang tanah di Indonesia. Penyakit pada tanaman kacang tanah dapat disebabkan oleh jamur, bakteri dan virus. Dari ketiga kelompok ini kelompok jamur menduduki tempat teratas. Tercatat lebih dari 15 genera jamur yang bersifat patogenik (Jackson dan Bell 1969), akan tetapi hanya beberapa penyakit yang mempunyai arti ekonomi (Semangun 1991; Semangun, 2008). Dilaporkan bahwa penyakit-penyakit daun kacang tanah, yaitu bercak daun awal, bercak daun lambat dan karat dapat mengakibatkan kehilangan hasil lebih dari 50% apabila tidak dilakukan tindakan pengendalian (Sri Hardaningsih 1993). Penyakit-penyakit lain yang umum dijumpai di pertanaman kacang tanah dan dianggap penting adalah jamur *Aspergillus*, busuk leher akar, layu bakteri dan penyakit virus.

Berbagai usaha untuk mengendalikan penyakit-penyakit penting telah dilakukan untuk menekan kehilangan hasil yang diakibatkannya, akan tetapi masih menemui hambatan karena kurang tersedianya informasi tentang penyebab penyakit, cara bertahan dan metode pengendalian yang sesuai dan tepat waktunya. Dalam uraian berikut akan dibahas penyakit-penyakit jamur yang biasanya dijumpai di lapang baik yang secara ekonomi penting maupun yang belum pernah dilaporkan di Indonesia.

PENYAKIT-PENYAKIT PENTING YANG DISEBABKAN JAMUR

1. Penyakit Bercak Daun

Penyakit-penyakit bercak daun disebabkan oleh dua macam jamur yakni *Cercospora arachidicola* dan *Cercosporidium personatum*. Penyakit bercak daun awal disebabkan oleh *Cercospora arachidicola* Hori. Penyakit ini pada umumnya timbul pada awal pertumbuhan, kira-kira mulai muncul pada umur tiga minggu. Stadium sempurna jamur tersebut adalah *Mycosphaerella arachidis* Deighton. Jamur membentuk konidium pada kedua sisi daun, meskipun lebih banyak pada sisi atas. Konidiofor membentuk rumpun kecil lima sampai banyak, coklat kehijauan pucat atau coklat kekuningan. Konidiofor jamur ini bersekat, berukuran 15–45 x 3–6 μm . Konidium tidak berwarna, berbentuk gada terbalik bersekat sampai 12 dengan ukuran 35–110 x 3–6 μm (CMI, 1974).

Gejala bercak daun awal menurut CMI (1974) dan Sri Hardaningsih *et al.* (1988) adalah berupa bercak-bercak berbentuk bulat kadang-kadang tidak teratur dengan diameter 1–10 mm, berwarna coklat tua sampai hitam pada permukaan bawah daun dan coklat kemerahan sampai hitam pada permukaan atas, selalu terdapat halo berwarna kuning yang jelas (Gambar 1).



Gambar 1. Bercak daun awal



Gambar 2. Bercak daun lambat

Penyakit bercak daun lambat disebabkan oleh jamur *Cercosporidium personatum* Berk. Et. Curt (Deighton). Penyebab penyakit ini juga disebut *Phaeoisariopsis personata* (Berk. Et Curt.) Arx. Meskipun jarang ditemukan di alam, jamur diketahui dapat membentuk peritesium, dan stadium sepenuhnya disebut *Mycosphaerella berkeleyi* Jenkins. Konidium dibentuk pada kedua sisi daun, tetapi terbanyak pada sisi bawah. Konidiofor dibentuk dalam jumlah besar pada bercak, membentuk rumpun yang rapat, kadang-kadang pada lingkaran-lingkaran sepusat, warna coklat muda sampai kehijauan (Holliday 1980).

Gejala seperti bercak daun awal, tetapi warnanya lebih hitam dan mempunyai halo tipis berwarna kuning meski tidak sejelas seperti pada bercak daun awal (Gambar 2) (CMI 1974a). Bercak mempunyai titik-titik hitam yang terdiri dari rumpun konidiofor. Jamur dapat juga menyerang tangkai daun, daun penumpu, batang dan ginofor.

2. Penyakit Karat

Penyebab penyakit karat adalah jamur *Puccinia arachidis* Speg. Gejalanya adalah timbulnya pustul berwarna oranye yang merupakan uredium pada permukaan bawah daun yang kemudian dapat juga muncul bertolak belakang pada permukaan atas daun (Gambar 3). Uredium tersebut berukuran 0,3 sampai 1 mm. Berbeda dengan daun-daun yang terinfeksi bercak daun yang kemudian akan rontok, daun-daun yang terserang penyakit karat meskipun kering akan lebih lama tinggal pada tanaman kacang tanah (Subrahmanyam *et al. dalam* Porter *et al.* 1984). Uredospora berbentuk lonjong, mempunyai ukuran 22–30 x 18–22 μm , tepinya berduri. Stadium sempurna jamur karat ini bila terbentuk akan menghasilkan telium, yang berbentuk hampir sama dengan uredium akan tetapi warnanya lebih hitam dan teliosporanya juga berbentuk lonjong bersel 3 atau 4 dengan ukuran 38–42 x 14–16 μm dan mempunyai pedisel (tangkai) yang tidak berwarna dengan panjang 55 μm (CMI 1965).

Penyebaran dan Arti Ekonomi

Penyakit karat pada kacang tanah selalu terdapat bersama-sama dengan penyakit bercak daun dan menjadi makin penting pada tahun-tahun belakangan ini. Menurut Subrahmanyam *et al. dalam* Porter *et al.* (1984), sebelum tahun 1969, penyakit ini hanya terdapat di Amerika Selatan dan Tengah dan hanya kadang-kadang mewabah di Amerika Serikat bagian selatan. Pada tahun-tahun selanjutnya dilaporkan bahwa penyakit karat pada kacang tanah tersebar di banyak negara Asia antara lain di Brunei, India, dan Indonesia.

Tanaman kacang tanah yang terserang bercak daun dan tidak disemprot dengan fungisida akan mengalami kehilangan hasil polong lebih dari 50%. Sebaliknya, produksi tanaman kacang tanah meningkat 50–100% apabila kedua penyakit ini dikendalikan.



Gambar 3. Serangan karat/bercak pada permukaan bawah daun.

Siklus Hidup

Patogen jamur karat pada umumnya ditemukan hanya pada stadium uredinia, meskipun beberapa laporan menyatakan adanya stadium sempurna yaitu teliospora pada kacang tanah liar. Belum juga diketahui apakah jamur karat ini menghasilkan spermogonium dan aesium (yaitu stadium sempurna yang lain) atau mempunyai tanaman inang pengganti untuk melengkapi siklus hidupnya. Untuk sementara urediniospora dianggap spora utama dalam penyebaran jamur karat.

Jamur karat kacang tanah menyerang beberapa anggota dari jenis *Arachis*. Urediniospora hidup hanya sesaat pada sisa tanaman. Patogen ini dapat hidup dari musim ke musim pada tanaman kacang tanah sebelumnya. Tidak ada inang utama yang diketahui selain dari genera *Arachis*. Suhu optimum berkisar antara 20–30 °C dan tersedianya air pada permukaan daun serta kelembaban udara yang tinggi akan memacu perkembangan jamur dan perkembangan penyakit selanjutnya. Seluruh stadium pertumbuhan tanaman bereaksi peka terhadap jamur karat ini. Periode inkubasi bervariasi antara 7–20 hari. Penyebaran penyakit terjadi karena angin, pengangkutan sisa tanaman sakit, atau perpindahan polong/biji yang terkontaminasi urediniospora. Tidak terdapat bukti bahwa penyakit dapat ditularkan melalui biji atau oleh serangga (Subrahmanyam *et al.* dalam Porter *et al.* 1984, Sommartya dan Patcharee 1995, Anonim 1998, Gulzar 2010).

Pengendalian Penyakit Bercak Daun dan Karat

Pengendalian penyakit bertujuan untuk mengurangi inokulum jamur penyebab bercak daun dan karat dilakukan beberapa cara, sebagai berikut.

1. Pengendalian secara kultur teknis

Apabila mungkin dianjurkan perlu adanya tenggang waktu antara penanaman kacang tanah dengan kacang tanah berikutnya. Penyakit bercak daun dapat menular melalui tanah, oleh karena itu perlu dilakukan rotasi dengan tanaman lain. Sisa-sisa tanaman perlu dibakar, diberikan pada hewan atau dibenam dalam-dalam. Gulma harus dikendalikan karena akan memacu perkembangan penyakit bercak daun akibat perubahan kondisi mikroklimat setempat (McDonald *et al.* 1985).

Pengendalian penyakit daun kacang tanah di India dilakukan dengan mengatur waktu tanam, penambahan pupuk dan tumpangsari dengan tanaman lain. Perkembangan penyakit karat diperlambat dengan penambahan pupuk fosfat 60–75 kg P_2O_5 /ha dibanding dengan tanpa diberi pupuk atau pupuk fosfat dosis lebih rendah (Mayee 1987).

2. Pengendalian kultivar tahan terhadap penyakit

Cara terbaik untuk mengurangi kehilangan hasil akibat penyakit bercak daun dan karat adalah dengan menanam varietas tahan penyakit. Hal ini juga akan mengurangi penggunaan fungisida. Di Indonesia beberapa varietas unggul kacang tanah tahan penyakit karat adalah Rusa, Anoa, Kelinci, Landak, Mahesa, Badak, Trenggiling, Simpai, Singa, Hypoma-1, dan yang terbaru adalah varietas Takar 1, Takar 2 (Balitkabi 2012) varietas-varietas ini sudah banyak ditanam petani. Dari 120 genotipe koleksi plasma nutfah kacang tanah yang diuji di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, hanya terdapat satu genotipe yang tahan, yaitu Mlg A-0099, tidak ada genotip agak tahan, 59 genotip agak rentan, dan 60 genotipe rentan (Sumartini dan Trustinah 2012).

Ketahanan tanaman terhadap penyakit dapat terjadi secara morfologis, biokimiawi, atau keduanya. Secara morfologis seperti varietas yang rentan mempunyai kerapatan stomata yang lebih banyak daripada yang tahan, menurut Yulianti *et al.* (2010) kacang tanah umur 11 minggu yang rentan mempunyai kerapatan stomata berkisar 1.550–1.670 buah/mm², sedangkan yang toleran berkisar 1.280–1.330 buah/mm². Selanjutnya dilaporkan bahwa hanya pada umur 11 minggu dapat dibedakan sedangkan setelah berumur 11 minggu jumlah stomata sudah tidak dapat dijadikan penciri ketahanan terhadap penyakit karat. Sommartya dan Patcharee (1995) mengatakan bahwa daun kacang tanah yang rentan (Tainan 9) mempunyai jumlah stomata lebih banyak daripada daun kacang tanah yang tahan. Selain itu jumlah trikoma pada daun kacang tanah yang rentan hanya sedikit dibanding dengan yang tahan. Ketahanan tanaman kacang tanah terhadap penyakit karat daun secara genetik dideskripsikan sebagai pola pewarisan yang disandikan dengan 9:7 yang dikendalikan oleh gen resesif rangkap (Santoso 2007).

3. Pengendalian biologis

Beberapa jamur yang bersifat parasit terhadap jamur karat adalah *Verticillium lecanii* (Zimmerm.) Viegas, *Penicillium islandicum* Sopp., *Eudaluca caricis* (Fr.) O. Ericks, *Acremonium persicinum* (Nicot) W. Gams, *Darluca filum* (Biv) dan *Tuberculina costaricana* Syd. (Subrahmanyam dan McDonald 1983). Jamur yang bersifat antagonis, *Trichoderma harzianum* dan spesies-spesies lain dari genus *Trichoderma* dapat menghambat pertumbuhan *P. arachidis* (Subrahmanyam dan McDonald 1983).

Jamur parasit *V. lecanii* dan *P. islandicum* serta filtratnya dapat menghambat perkembangan uredospora jamur karat secara *in vitro* maupun *in vivo* dan penyemprotan filtrat dari kedua jamur parasit tersebut juga dapat menekan perkembangan jamur karat pada tanaman kacang tanah di lapangan (Ghewande 1990).

Jamur hiperparasit *Darluca filum* dan *Verticillium* sp. (Tabel 1, 2,3) dapat digunakan untuk menekan sporulasi jamur karat dan bercak daun pada tanaman kacang tanah di laboratorium dengan kisaran 57,2–68,2% dan 52,8–56,3% yang diaplikasikan secara semprot dan tetes dengan kerapatan spora 10⁵/ml (Sri Hardaningsih 2004).

Tabel 1. Daya parasitisasi *D. filum* dan *Verticillium* sp. terhadap pustul karat kacang tanah varietas Panther.

Perlakuan	Pustul total	Pustul non sporulasi (%)	Penekanan sporulasi (%)
Df semprot 105/ml	24,0	87,5 a	68,2
Df tetes 105/ml	20,0	88,2 a	57,2
Vt semprot 105/ml	15,0	91,2 a	58,6
Vt tetes 105/ml	11,0	91,7 a	58,8
Tanpa jamur parasit		12,5 b	37,7 b
KK (%)	9,44		
BNT 0,05	10,39		

Df: Darluca filum, Vt: Verticilium.
Sumber: Sri Hardaningsih (2004).

Tabel 2. Daya parasitisasi *D. filum* dan *Verticillium* sp. terhadap pustul karat kacang tanah varietas Kancil.

Perlakuan	Pustul total	Pustul non sporulasi (%)	Penekanan sporulasi (%)
Df semprot 105/ml	11,5	86,0 a	57,2
Df tetes 105/ml	13,5	88,5 a	58,4
Vt semprot 105/ml	11,5	99,7 a	60,8
Vt tetes 105/ml	8,5	90,5 a	59,3
Tanpa jamur parasit	11,0	36,7 b	0
KK (%)		16,0	
BNT 0,05		17,5	

Sumber: Sri Hardaningsih (2004).

Tabel 3. Daya parasitisasi *D. filum* dan *Verticillium* sp. terhadap bercak daun kacang tanah varietas Pati.

Perlakuan	Pustul total	Pustul non sporulasi (%)	Penekanan sporulasi (%)
Df semprot 105/ml	12,0	80,7 a	53,2
Df tetes 105/ml	13,5	80,0 a	52,8
Vt semprot 105/ml	4,5	86,5 a	56,3
Vt tetes 105/ml	4,0	85,7 a	55,9
Tanpa jamur parasit	9,0	37,7 b	0
KK (%)		26,8	
BNT 0,05		13,8	

Sumber: Sri Hardaningsih (2004).

4. Pengendalian dengan menggunakan fungisida

Penggunaan benomil secara besar-besaran karena efektif mengendalikan bercak daun, ternyata kemudian menimbulkan strain-strain *C. arachidicola* dan *C. personatum* yang dinyatakan toleran terhadapnya (Littrell 1974; Smith *et al.* 1978). Kini benomil jarang digunakan tanpa dicampur fungisida lain yang bersifat protektan. Klorotalonil lebih banyak digunakan secara luas untuk mengendalikan bercak daun di Amerika Serikat. Klorotalonil juga efektif untuk mengendalikan penyakit karat dan beberapa penyakit daun. Efektivitas pengendalian bercak daun dapat dicapai dengan melakukan penyemprotan sejak sebelum atau pada saat timbul gejala dan diulang dengan selang waktu 10–14 hari hingga 2–3 minggu sebelum panen. Selama masa pertumbuhan kacang tanah cukup disemprot enam kali dengan fungisida. Khusus untuk penyakit karat aplikasi difenokonazole 0,0125% ter-

nyata paling efektif, diikuti oleh hexaconazole, tridemorf, dan propiconazole (Rajasara *et al.* 2012).

3. Penyakit Busuk Leher Akar

Penyakit busuk leher akar disebabkan oleh *Aspergillus niger* van Tiegh dan *A. Pulverulentus* (McAlp.) Thom, yang mungkin merupakan mutan dari *A. niger*. Koloni jamur *A. niger* dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25 °C di berbagai media (Wadsworth dan Melouk dalam Porter *et al.* 1984). Bentuk konidium bulat, kasar, tidak teratur dan berdiameter 4–5 µm. *A. pulverulentus* mempunyai konidium agak bulat, halus dan berukuran 3,5–4 µm (Jackson dan Bell 1969).

Serangan pada biji terjadi segera setelah biji ditanam dan lebih sering menyerang hipokotilnya. Hipokotil dan jaringan ruas kotiledon menjadi basah, berwarna coklat dan tertutup oleh kumpulan spora berwarna hitam. Pada tanaman muda gejala tersebut sangat khas, yaitu beberapa cabang atau seluruh tanaman menjadi layu. Jaringan yang terinfeksi menjadi coklat kehitaman karena adanya kumpulan spora jamur yang berwarna hitam sebelum terkoyak. Tanaman yang terserang di bawah kotiledon menampilkan gejala layu sementara dan kadang-kadang menjadi normal kembali karena adanya pertumbuhan akar adventif di atas bagian yang terinfeksi (Gambar 4).



Gambar 4. Gejala serangan penyakit busuk leher akar.

Pengendalian. Beberapa cara pengendalian adalah: Perawatan benih dengan fungisida thiram dan kapton. Kondisi yang ada diusahakan agar dapat mendukung pertumbuhan atau perkecambahan benih dengan cepat. Perawatan benih dan atau tabur sekeliling tanaman dengan jamur antagonis *Trichoderma*. Menanam varietas kacang tanah yang tahan. Rotasi dengan tanaman yang bukan merupakan tanaman inang dari *A. niger*. Mencabut tanaman yang terserang dan membakarnya. Sri Hardaningsih (2008) dan Soesanto (2013).

4. Penyakit Jamur Kuning dan Aflatoksin

Penyakit jamur kuning dan Aflatoksin disebabkan oleh *Aspergillus flavus* [Link] Fries dan *A. parasiticus* Speare.

Gejala pertama timbul bercak pada kotiledon bibit kacang tanah. Bercak-bercak tersebut kemudian tertutup oleh serbuk yang merupakan spora jamur yang berwarna hijau dan kuning. Infeksi dapat menyebar ke hipokotil berupa bercak nekrotik. Tanaman yang

terserang menjadi terhambat pertumbuhannya dan mengakibatkan klorosis pada daun-daunnya. Akibat terserangnya bibit kacang tanah tersebut, maka sistem perakaran yang kedua akan berkurang dan keadaan ini disebut 'aflaroot'. Apabila pertumbuhan tanaman baik, maka gejala 'aflaroot' akan hilang. Sebaliknya, gejala 'aflaroot' akan terjadi apabila tanaman mendapat gangguan (*stress*) selama beberapa minggu. Jika tanaman sakit mengalami cekaman kekeringan akan menghasilkan polong dengan biji yang terkontaminasi oleh *A. flavus*. Pada periode pascapanen, polong maupun biji yang terkontaminasi makin banyak, terutama pada polong yang lewat masak. Jamur akan menutup seluruh permukaan biji, menembus biji dan membentuk benang-benang hifa diantara kotiledon. Keberadaan jamur pada biji dapat diketahui dengan memecah biji kacang tanah. Biji yang telah terinfeksi akan memperlihatkan perubahan warna dan berat biji akan berkurang dibandingkan dengan biji sehat.

Penyakit jamur kuning sangat luas penyebarannya dan sangat penting karena selain kontaminan juga bersifat patogenik pada biji berbagai tanaman di tempat penyimpanan. *Aspergillus* sp. selain menyerang kacang tanah juga menyerang biji jagung, padi, kapas (Jackson dan Bell 1969). Penyakit tersebut terasa semakin penting setelah diketahui bahwa dari biji yang sakit karena infeksi *A. flavus* dan *A. parasiticus* menghasilkan racun yang disebut aflatoksin. Aflatoksin dapat mengakibatkan timbulnya sel-sel kanker (karsinogen) pada hewan dan manusia (Meehan 1987).

Pengendalian. Pengendalian penyakit jamur kuning dan kontaminasi aflatoksin menurut Pettit dalam Porter *et al.* (1984); Feakin (1989); Meehan (1987); Sri Hardaningsih (2008), dan Soesanto (2013) adalah sebagai berikut: Menjaga kelembaban tanah yang optimum untuk pertumbuhan tanaman agar terhindar dari cekaman kekeringan dan aktivitas serangga pengganggu; Menggunakan varietas yang toleran terhadap penyakit busuk polong, nematoda, serangga dan jamur penghasil mikotoksin; Rotasi tanaman dan pemupukan yang cukup untuk mengurangi patogen tular tanah; Mengairi tanaman jika kekeringan; Segera panen bila polong telah cukup tua dan kering sebaik-baiknya; Menge-ringkan polong kacang tanah hingga mencapai kadar air 9%; Membuang polong rusak/sakit karena terinfeksi jamur.

5. Penyakit Busuk Batang

Penyakit busuk batang disebut juga penyakit jamur putih, *Southern stem rot*, *Southern blight* atau busuk *Sclerotium*. Penyakit busuk batang disebabkan oleh *Sclerotium rolfii* Sacc. Penyakit ini dapat menimbulkan kerugian hasil hingga 25% di Amerika Serikat (Backman dalam Porter *et al.* 1984). Di Jawa Timur penyakit tersebut biasanya menyerang tanaman kedelai pada fase vegetatif dan pernah dilaporkan menyerang tanaman kacang tanah di KP Muneng pada musim hujan 1989/1990, sehingga menyebabkan tanaman mati dan mengurangi hasil polong (Sri Hardaningsih dan Neering 1990).

Jamur *Sclerotium rolfii* Sacc. dapat tumbuh baik pada berbagai media buatan dengan ciri khas membentuk miselium berwarna putih dan sklerotianya keras dan berbentuk bulat. Sklerotia mula-mula berwarna putih kemudian berubah warna menjadi coklat. *S. rolfii* tidak dapat membentuk spora aseksual, akan tetapi dapat membentuk sejumlah besar asam oksalat (fitoaleksin) yang dapat menyebabkan warna biru-ungu pada biji dan dapat menyebabkan klorosis dan nekrosis pada awal pertumbuhan penyakit (Backman dalam Porter *et al.* 1984).

Gejala penyakit berupa warna kekuningan pada tanaman kacang tanah dan layu pada satu cabang atau cabang utama. Daun-daun menjadi coklat tua dan kadang-kadang rebah

pada saat dini. Pada permukaan tanah dan di sekeliling tanaman terserang dapat ditemukan miselium berwarna putih. Pertumbuhan miselium cepat sekali apabila didukung oleh faktor iklim yang cocok dan selanjutnya tumbuh menjalar ke cabang atau tanaman lain. Jamur *S. rolsii* juga memproduksi sklerotia yang mempunyai diameter 0,5–2 mm yang sangat banyak pada bagian bawah tanaman terserang dan di permukaan tanah. Sklerotia yang dibentuk oleh jamur pada media buatan sama seperti yang dihasilkan secara alamiah. Pada batang dekat permukaan tanah yang terserang nampak bercak yang mula-mula berwarna coklat muda kemudian berubah menjadi coklat tua seiring dengan berkembangnya penyakit. Polong yang sakit menjadi busuk dan kadang-kadang tanpa menunjukkan gejala yang jelas pada bagian tanaman di atas permukaan tanah. Keadaan lembab dan hangat sangat mendukung perkembangan penyakit. Permulaan serangan pada tanaman terjadi pada waktu pembentukan ginofor atau polong (Backman dalam Porter *et al.* 1984).

Pengendalian. Pengendalian penyakit busuk batang menurut Jackson dan Bell (1969); Backman dalam Porter *et al.* (1984), Sri Hardaningsih (2008), dan Soesanto (2013) adalah sebagai berikut.

1. Membajak tanah yang dalam setelah panen dan selanjutnya membenamkan sisa-sisa tanaman beserta sklerotianya.
2. Merotasi tanaman dengan tanaman jagung selama 2–4 tahun bila pernah terjadi serangan berat sebelumnya.
3. Menyemprot tanaman dengan fungisida karboksin.
4. Menggunakan herbisida Dinoseb atau insektisida klorpirifos.
5. Menabur atau semprot jamur *Trichoderma* spp. umur satu minggu di sekeliling tanaman.

6. Penyakit Lain pada Daun, Batang, dan Polong

Selain penyakit bercak daun awal dan akhir pada tanaman kacang tanah acapkali ditemukan penyakit bercak daun lain dengan berbagai gejala yang dapat tidak serupa dengan yang disebutkan dalam berbagai literatur (Porter *et al.* 1984; Jackson dan Bell 1969; Cook 1981; Feakin 1989). Penyakit-penyakit tersebut di atas dapat diisolasi sejumlah jamur yang diduga merupakan penyebabnya, namun setelah diinokulasikan kembali ke tanaman kacang tanah sehat, tidak berhasil didapatkan gejala serangan seperti yang ditemukan di lapangan.

1. Bercak Daun *Leptosphaerulina*

Jamur *Leptosphaerulina* membentuk peritesium dengan ukuran askus 70 x 30 µm dan askuspora bersekat melintang dan membujur dengan diameter 26 x 10 µm.

Gejalanya ada dua macam, yakni bercak melebar tidak beraturan berwarna coklat tua dan terjadi klorosis yang jelas di pinggir, dan bercak-bercak agak bulat kira-kira sebesar 2 mm, berwarna hijau pucat di tengah yang dibatasi oleh warna coklat. Kedua macam gejala bercak tersebut sangat berlainan dengan yang pernah diuraikan dalam berbagai literatur (Jackson dan Bell 1969; Smith dalam Porter *et al.* 1984). Mereka mengemukakan *Leptosphaerulina* menyebabkan 2 macam bercak yang berlainan, yakni berupa hawar biasanya terdapat di ujung daun yang berbentuk huruf V yang sangat jelas (Gambar 5).

Pengendalian. Fungisida yang biasa dipakai untuk mengendalikan bercak daun awal dan akhir dapat pula digunakan untuk mengendalikan penyakit tersebut. Dapat pula

digunakan fungisida thiram atau captan (Jackson dan Bell 1969; Smith dalam Porter *et al.* 1984).



Gambar 5. Bercak daun *Leptosphaerulina*.

2. Bercak polong dan hawar batang

Bercak polong disebabkan oleh *Botryodiplodia* dan hawar batang oleh *Botryodiplodia* sp. dan *Gelasinospora* (Gambar 6a, b, c) ditemukan di beberapa daerah penghasil kacang tanah di Tuban, Pati, Jepara, dan Banjarnegara (Sri Hardaningsih dan Hadi 2007).

Bercak Mata. Gejalanya berupa bercak-bercak coklat tidak teratur dengan diameter kira-kira 2–4 mm yang dibatasi oleh garis yang tidak begitu jelas dan terputus-putus berwarna coklat sehingga mirip dengan mata (Gambar 7). Hasil identifikasi menyatakan bahwa penyebabnya adalah jamur yang mirip *Helminthosporium* sp., yaitu mempunyai konidia berbentuk silinder berwarna gelap, bersel 3–4 dengan ujung meruncing dan berwarna hialin (Sri Hardaningsih 2010). Hasil identifikasi Sri Hardaningsih *et al.* (2012) menyatakan bahwa penyakit bercak mata pada kacang tanah berasosiasi dengan jamur *Colletotrichum dematium* var. *truncatum* dan *Synematum jonessi*.



Gambar 6a. Gejala serangan bercak polong.
Sumber : Sri Hardaningsih dan Hadi (2007).



Gambar 6b. Gejala serangan hawar batang.
Sumber : Sri Hardaningsih dan Hadi (2007).



Gambar 6c. Gejala serangan hawar batang.
Sumber: Sri Hardaningsih dan Hadi (2007).



Gambar 7. Gejala serangan bercak mata.
Sumber: Sri Hardaningsih (2010).

PENUTUP

Dengan mengetahui informasi penyebab, gejala, dan ekobiologi penyakit-penyakit penting yang disebabkan oleh jamur pada kacang tanah maka dapat dilakukan pengendalian dengan berdasarkan pada prinsip-prinsip pengendalian berikut.

Kultur teknis. Dengan cara-cara budidaya tanaman seperti mengatur jarak tanam, sanitasi sekitar tanaman atau dengan rotasi tanaman.

Menanam varietas tahan. Balitkabi baru-baru ini melepas dua varietas tahan penyakit karat yaitu Takar-1 dan Takar-2.

Memanfaatkan musuh alami.

Dengan menggunakan ekstrak bahan nabati.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. Uredospora of *Puccinia arachidis*.
Anonymous. 2011. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Kementerian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 179 hlm.
BPS. 2011. Statistik Pertanian Indonesia. Badan Pusat Statistik. Kementerian Pertanian.
CMI (Commonwealth Mycological Institute). 1974. *Mycosphaerella arachidis*. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 411, Kew Surrey, England. By J.L. Mulder & P. Holliday 1974.
CMI (Commonwealth Mycological Institute). 1974. *Mycosphaerella berkeleyi*. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 412, Kew Surrey, England. By J.L. Mulder & P. Holliday.
Compendium of Peanut Diseases. 1984. Porter, D.M., D.H. Smith and R. Rodriguez-Kabana (Eds.). The Am. Phytopatholo. Soc. 73 p.

- Feakin, S.D. (Ed). 1989. Pest Control in Groundnuts. PANS Manual No. 2, London, UK: Centre for Overseas Pest Research.
- Ghewande, M.P. 1990. Biological Control of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Rust (*Puccinia arachidis* Speg.) in India.
- Gulzar, S. 2010. Puccinia: Important Futures and Life history. University of Kashmir Srinagar. Consortium for Educational Communication. <http://www.cece.satshal.ac.in./cec/Botany/ASRI-paper-1/project-puccinia/>.
- Holliday, P. 1980. Fungus Diseases of Tropical Crops. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 607p.
- <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTGDsgSfzJrT8g1Nh4sPaJzuYl3OQIfTxBofaZmlwaY2CgtJLI>. [20 Maret 2013].
- Jackson, C.R. and D.K. Bell. 1969. Diseases of Peanut (Groundnut) Caused by Fungi. Univ. of Georgia College of Agric. Exp. Sta. Res. Bull. No. 56.
- Littrell, R.H. 1974. Tolerance in *Cercospora arachidicola* to benomyl and related fungicides. Phytopath. 64:1377–1378.
- Mayee, C.D. 1987. Rust disease of groundnut in Maharastra State of India. Proc. of a Discussion Group Meeting on Groundnut Rust Disease. ICRISAT Center, Patancheru, India, 24–28 September 1984. p. 81–89.
- McDonald, D., P. Subrahmanyam, R.W. Gibbons and D.H. Smith. 1985. Early and late leafspots of groundnut. ICRISAT Information Bull. No. 21. 19p.
- Meehan, V.K. 1987. The Aflatoxin Contamination Problem in Groundnut-control with Emphasis on Host Plant Resistance. Paper presented at the Regional Plant Protection Group Meeting, Harare, Zimbabwe, February 15–21, 1987.
- Neering, K.E. dan Sri Hardaningsih. 1989. Pengaruh beberapa fungisida terhadap penyakit-penyakit bercak daun, karat dan kacang tanah. Pros. Kongres PFI X, Denpasar 24–26 November 1989.
- Rajasara, Y., R. Mitesh, and D.I.U. Dhruj. Groundnut Rust: Control and Biochemical Changes. Lambert Academic Publishing. 72 p.
- Saleh, N. dan Y. Baliadi. 1993. Penyakit virus pada kacang tanah dan upaya pengendaliannya. Dalam A. Kasno, A. Winarto dan Sunardi (Eds). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12:205–224.
- Saleh, N., M. Rahayu dan M. Machmud. 1993. Penyakit layu pada kacang tanah dan cara pengendaliannya. hlm. 192–204 dalam A. Kasno, A. Winarto dan Sunardi (Eds). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Santoso, J. 2007. Tindak gen ketahanan terhadap penyakit karat (*Puccinia arachidis* Speg.) pada kacang tanah. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian 9(2):172–177.
- Semangun, H. 1991. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gajah Mada Univ. Press. 449 hlm.
- Semangun, H. 2008. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia (Edisi ke II) Gajah Mada Univ Press.
- Smith, McGee, and L.K. Veseley. 1978. Isolation of benomyl-tolerant strain of *Cercospora arachidicola* and *Cercosporidium personatum* at one location in Texas. Proc. APRES 10:67.
- Soesanto, L. Penyakit Karena Jamur. Kompendium Penyakit-penyakit Kacang Tanah. Graha Ilmu Yogyakarta. 200 hlm.
- Sommartya, T dan T. Patcharee. 1995. Peanut rust disease (*Puccinia arachidis* Spegazzini): Disease resistance. Dept. Plant Pathology, Faculty of Agric, Kasetsart Univ. <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2001%2FTH%2FTH01013.xml%3BTH2000002300>. [14 Mei 2012].
- Sri Hardaningsih. 2010. Identifikasi penyakit dengan gejala bercak mata pada kacang tanah.

- Sri Hardaningsih dan M. Hadi. 2007. Identifikasi penyakit bercak/busuk polong dan hawar batang pada tanaman kacang tanah. Risalah Seminar Hasil Penelitian. Balitkabi. 2008. 8. hlm.
- Sri Hardaningsih, dan K.E. Neering. 1990. Integrated Control of Groundnut Leafdiseases. Paper presented at IDRC Meeteng. Bogor, 2–3 May 1990. 4p.
- Sri Hardaningsih, A.A. Cook, and Yusmani. 1988. Foliar diseases of palawija crops caused by species of *Cercospra* and related fungal genera. Penelitian Palawija 3(2), December 1988. 10 p.
- Sri Hardaningsih, A. Inayati, dan E. Yusnawan. 2012. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian 2012.
- Sri Hardaningsih. 1993. Penyakit yang disebabkan jamur pada tanaman kacang tanah dan upaya pengendaliannya.hal. 171–191. *Dalam* A. Kasno, A. Winarto dan Sunardi (Eds). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Sri Hardaningsih. 2004. Potensi jamur parasit *Darluca filum* dan *Verticillium* sp. Sebagai Agens Pengendali Jamur Patogen pada Tanaman Kacang-kacangan. Hlm. 201–507 *dalam* Sri Hardaningsih, J. Soejitno, A.A. Rahmianna, Marwoto, Heriyanto, I K. Tastra, E. Ginting, M.M. Adie, Trustinah (Eds). Teknologi Inovatif Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian untuk Mendukung Ketahanan Pangan.
- Sri Hardaningsih. 2008. Trichoderma: Jamur antagonis untuk mengendalikan penyakit layu pada tanaman kacang-kacangan. Leaflet Balitkabi 2008.
- Subrahmanyam, P dan D. McDonald. 1983. Rust of groundnut. ICRISAT Information Bull.
- Subramanyam, P., D. Mc Donald, F. Waliyar, L.J. Reddy, S.N. Nigam, R.W., Gibbons, V. Ramanatha Rao, A.K. Singh, S. Pande, P.M. Reddy and P.V. Subba Rao. 1995. Screening methods and sources of resistance to rust and late leaf spot on groundnut. Information Bull. 47. ICRISAT. Pantancheru 502324, Andhra Pradesh. India.
- Sumartini, dan Trustinah. 2012. Pengujian Ketahanan aksesi plasma nutfah kacang tanah terhadap penyakit karat. Makalah disampaikan pada Seminar Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. Bogor, 6–7 November 2012.
- Yulianti, H., D. Siswanto, dan J. Purnomo. 2010. Studi kerapatan stomata pada tanaman kacang tanah (*Arachis hipogae* L.) varietas peka dan toleran terhadap penyakit karat daun (*Puccinia arachidis* Speg.). Proc. National Conference of Basic Science VII. Brawijaya Univ. Malang. <http://www.researchgate.net/publication>. [25 April 2012].

Lampiran 1. Deskripsi Varietas-varietas kacang tanah yang dilepas (tahun 1950–2010).

No	Nama varietas	Tahun dilepas	Umur (hari)	Kisaran hasil polong kering (t/ha)	Reaksi Terhadap Penyakit		
					Layu	Karat	Bercak daun
1	Gajah	1950	100	1,8–2,0	T	R	R
2	Macan	1950	100	1,8–2,0	T	R	R
3	Banteng	1950	100	1,8–2,0	T	R	R
4	Kidang	1950	100	1,8–2,0	T	R	R
5	Rusa	1983	105	1,7–2,5	T	T	T
6	Anoa	1983	105	1,7–2,5	T	T	T
7	Tapir	1983	100	1,7–2,5	T	R	R
8	Pelanduk	1983	110	1,8–2,5	T	R	R
9	Tupai	1983	100	2,0–3,0	T	R	R
10	Kelinci	1987	95	2,0–3,0	Tol	T	AT
11	Jerapah	1998	93	1,1–2,5	Tol	–	R
12	Landak	1989	89	1,8–2,5	Tol	T	R
13	Mahesa	1991	100	1,0–2,5	T	Tol	R
14	Badak	1991	100	1,5–2,6	T	Tol	Tol
15	Komodo	1991	90	1,4–3,3	T	–	–
16	Biawak	1991	90	1,1–3,4	T	–	–
17	Trenggiling	1992	90	1,8	AT	T	–
18	Simpai	1992	95	1,9	AT	T	–
19	Zebra	1992	95–100	1,4–3,8	–	Tol	Tol
20	Panter	1998	90–95	2,6	T	Tol	Tol
21	Singa	1998	90–95	2,6	Tol	T	AT
22	Jerapah	1998	90–95	1,9	T	Tol	Tol
23	Sima	2001	100–105	2,0	T	Tol	Tol
24	Turangga	2001	100–110	2,0	T	AT	AT
25	Kancil	2001	90–95	1,7	T	Tol	Tol
26	Bima	2001	90–95	1,7	AT	R	AR
27	Tuban	2003	90–95	2,0	T	Tol	Tol
28	Bison	2004	90–95	2,0	–	AT	AT
29	Domba	2004	90–95	2,1	–	AT	AT
30	Talam1	2010	90–95	2,3	T	AT	AT

Keterangan: T = Tahan, Tol = Toleran, R = Rentan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan.

Sumber: Anonymous 2011. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Kementerian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 179 h.

PENYAKIT LAYU BAKTERI BIOEKOLOGI DAN CARA PENGENDALIANNYA

Mudji Rahayu

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Penyakit layu yang disebabkan bakteri *Ralstonia solanacearum* hingga saat ini masih menjadi kendala utama dalam budidaya kacang tanah. Layu bakteri merupakan penyakit yang mendunia, penyebarannya ke seluruh dunia baik wilayah tropis maupun sub tropis. Di sebagian besar negara produsen kacang tanah seperti Australia, Fiji, beberapa negara di Afrika meliputi Libya, Uganda, Somalia, Ethiopia, Zimbabwe, dan Afrika Selatan; serta di Asia meliputi China, Malaysia, Vietnam, Indonesia, Philipina, Thailand, Sri Langka, Papua New Guinea, Taiwan, Jepang, dan India, penyakit tersebut menjadi penyebab utama penurunan produksi (Mehan *et al.* 1994). Di daerah sentra produksi kacang tanah di Jawa Tengah seperti Pati dan Banjarnegara, bakteri layu menjadi faktor utama penyebab rendahnya hasil panen (Nugrahaeni 2011). Kehilangan hasil kacang tanah karena penyakit layu berkisar 10–30% bahkan mencapai 60% pada tingkat serangan parah seperti terjadi di Vietnam dan Indonesia (Mehan *et al.* 1994). Di China, kehilangan hasil kacang tanah akibat layu bakteri di estimasi mencapai 50.000 ton per tahun (Boshou 1999). Besarnya nilai kehilangan hasil tersebut dipengaruhi beberapa faktor seperti tingkat virulensi patogen, kondisi lingkungan seperti cuaca, ketahanan varietas, cara budidaya dan teknologi pengendalian (Elphinstones 2005).

R. solanacearum pada umumnya menyerang kacang tanah yang ditanam pada musim kemarau awal atau akhir musim hujan, dengan kondisi lahan masih lembab dan cuaca bersuhu hangat. Gejala infeksiya muncul secara tiba-tiba, batang menjadi layu dan lunglai dengan warna daun tetap hijau. Fase kritis tanaman terhadap infeksi biasanya pada umur 2–3 minggu. Pada tingkat serangan ringan gejala layu hanya terlihat pada sebagian cabang, sedangkan serangan parah menyebabkan kerusakan sistemik seluruh batang dan cabang menjadi layu, kemudian tanaman mengering dan akhirnya mati. Tanaman kacang tanah yang terserang, biasanya tidak dapat sembuh (Mehan *et al.* 1994, Hayward 1995). Pengendalian penyakit layu pada kacang tanah sejauh ini belum dilakukan secara kimia walaupun teknologi tersebut handal dan bakterisida yang efektif tersedia dengan berbagai merk dagang, namun teknologi kimiawi tersebut tidak sesuai untuk petani dengan sumber dana terbatas. Mengingat *R. solanacearum* merupakan patogen yang terdiri atas beragam strain dan sejauh ini belum dilakukan pengendalian secara serius oleh petani, maka beberapa komponen pengendalian alternatif seperti penggunaan varietas tahan, pemilihan lahan bebas penyakit (non infeksi), pergiliran tanaman dengan jenis bukan inang, penggunaan benih sehat, pengendalian hayati, pestisida nabati potensial sebagai bakterisida, dan pengendalian kimiawi dengan antibiotik sangat potensial diterapkan di lapangan.

SEBARAN GEOGRAFIS

R. solanacearum pertama kali ditemukan berasal dari lokasi mana belum jelas, tetapi Hayward (1991) menyatakan bahwa secara geografis tempat ditemukan bakteri tersebut adalah hutan belantara di benua Amerika Selatan dan Indonesia. Van Breda de Haan

pada tahun 1905 untuk pertama kalinya melaporkan bahwa penyakit layu ditemukan pada kacang tanah yang ditanam di Cirebon, Jawa Barat, dan patogen penyebabnya diidentifikasi sebagai *Pseudomonas solanacearum* (Hayward 1991). Layu *R. solanacearum* merupakan penyakit yang mendunia, penyebarannya meliputi seluruh dunia baik wilayah tropis maupun sub tropis. Penyakit layu menjadi kendala serius di negara produsen kacang tanah seperti Australia, Fiji, beberapa negara di Afrika seperti Libya, Uganda, Somalia, Ethiopia, Zimbabwe, dan Afrika Selatan. Di Asia meliputi China, Malaysia, Vietnam, Indonesia, Filipina, Thailand, Sri Langka, Papua New Guinea, Taiwan, Jepang, dan India (Mehan *et al.* 1994). Penyebaran penyakit ke areal jauh antar pulau dan antar negara sangat dimungkinkan karena bakteri mampu menginfeksi secara laten benih kacang tanah sehingga penyebaran penyakit seiring dengan alur distribusi benih.

KERUGIAN HASIL

Kerugian hasil kacang tanah akibat penyakit layu bervariasi antara 10–30%, bahkan pada varietas rentan yang terserang parah kerugiannya mencapai 60% (Mehan *et al.* 1994). Besarnya nilai kerugian hasil tersebut dipengaruhi beberapa faktor meliputi faktor lingkungan seperti iklim lokal, tipe tanah, teknis budidaya, jenis varietas yang ditanam, dan virulensi atau tingkat keganasan strain *R. solanacearum* (Elphinstones 2005).

BIOEKOLOGI PATOGEN

Identitas Patogen

Patogen penyebab penyakit layu adalah bakteri *Ralstonia solanacearum* Smith-Yabuuchi. Nama tersebut mengalami beberapa kali perubahan, sebagai hasil kajian molekuler yang didasarkan pada analisis DNA bakteri. Semula bakteri tersebut dinamakan *Bacillus solanacearum*, kemudian menjadi *Burkholderia solanacearum*, berubah menjadi *Pseudomonas solanacearum* dan nama mutakhir menurut Yabuuchi *et al.* (1995) adalah *Ralstonia solanacearum*. Secara taksonomi bakteri tersebut diklasifikasikan sebagai berikut:

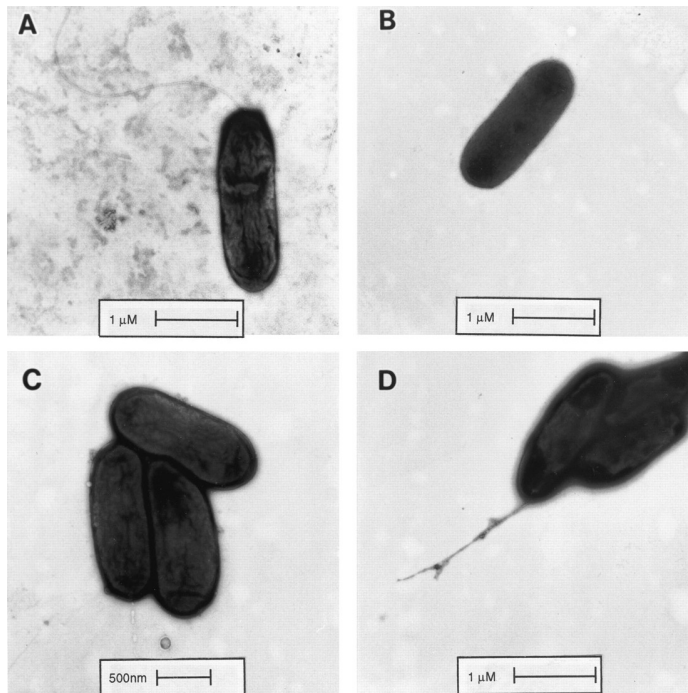
Bangsa	:	Bakteri
Filum	:	Proteobacteria
Klas	:	Betaproteobacteria
Ordo	:	Burkholderiales
Famili	:	Burkholderiaceae
Marga	:	Ralstonia
Spesies	:	solanacearum

R. solanacearum termasuk kelompok bakteri Gram negatif, morfologi sel berbentuk batang pendek, sel tunggal berukuran 0,5–0,7 x 1,5–2,0 μm , tidak membentuk spora, dan tidak berkapsul. Bakteri dapat bergerak dengan menggunakan bulu getar (flagela) tunggal atau lebih yang terletak pada salah satu ujung sel polar (Gambar 1). Tans-Kersten *et al.* (2001) menyatakan bahwa flagela berfungsi untuk bergerak cepat ke arah rangsangan inang, dan kecepatan tersebut sangat menentukan virulensi atau keganasan bakteri pada tahap awal infeksi dan kolonisasinya pada inang. Menurut Anitha *et al.* (2003) bahwa isolat virulen pada umumnya tidak memiliki flagel dan tidak mampu bergerak (non-mobil). Pada isolat avirulen atau tidak ganas, bakteri mampu bergerak dengan menggunakan 1–4 buah flagel polar.

Faktor Lingkungan yang Berpengaruh

Bakteri *R. solanacearum* membutuhkan oksigen untuk hidupnya (aerobik) dan sangat sensitif terhadap kondisi kekeringan. Bakteri mampu tumbuh pada suhu 25 ° hingga 35 °C, pada suhu tinggi (41 °C) bakteri tidak mampu tumbuh (Anitha *et al.* 2003). Lingkungan dengan suhu dingin seperti di dataran tinggi (2500 m dpl), mempengaruhi penampilan gejala penyakit layu. Infeksi *R. solanacearum* pada tanaman kentang seringkali tidak menunjukkan gejala layu secara jelas (*symptomless*), namun bakteri secara laten hidup dalam batang dan umbi kentang. Infeksi laten sangat merugikan karena berpeluang menyebarkan penyakit (Kelman *et al.* 1994).

Kondisi lingkungan ekstrim tidak kondusif untuk perkembangan bakteri. *R. solanacearum* sangat sensitif terhadap kadar air rendah (kekeringan), pH tinggi (tanah alkalin), suhu rendah, dan tingkat kesuburan tanah yang rendah (Hidayah dan Djajadi 2009).



Gambar 1. Morfologi sel *Ralstonia solanacearum* strain K60
Sumber: Tans-Kersten *et al.* 2001.

Jenis Inang

Bukan hanya kacang tanah yang menjadi tempat hidup bakteri layu, komoditas lain yang bernilai ekonomis tinggi seperti terung *Solanum melongena*, kentang *Solanum tuberosum*, tomat *Lycopersicon esculentum*, pisang *Musa paradisiaca*, dan tembakau *Nicotiana tabacum* merupakan inang utama *R. solanacearum* (EPPO 2004). Sebelumnya Kelman *et al.* (1994) melaporkan bahwa penyakit layu pada tanaman lada, cabai, jahe, wijen, dan anturium juga disebabkan oleh *R. solanacearum*. Menurut Elphinstone (2005) *R. solanacearum* memiliki kisaran inang sangat luas, dapat menginfeksi 200 spesies tanaman dari 53 famili.

Di Indonesia dilaporkan bahwa *R. solanacearum* merupakan patogen merugikan pada beberapa komoditas seperti cengkeh dan garut (Adhi *et al.* 1998), pisang (Supriadi 1999), jahe (Mulya *et al.* 2000, Supriadi 2000), tembakau (Wuryandari 2004), tanaman aromatik nilam (Asman *et al.* 1998, Nasrun *et al.* 2007), beberapa jenis tanaman obat (Supriadi *et al.* 2001), dan kemangi (Supriadi dan Hadipoentyanti 2000). Tanaman yang berguna sebagai pupuk hijau seperti *Sesbania rostrata* dan *Crotalaria juncea* juga berperan sebagai inang *R. solanacearum*. Aneka tanaman budi daya dan gulma inang bakteri tersebut ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tanaman budi daya dan gulma yang berperan sebagai inang *R. solanacearum*

No	Spesies	Nama umum	No	Spesies	Nama umum
1	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomat	21	<i>Gladiolus communis</i>	Gladiol
2	<i>Nicotiana tabacum</i>	Tembakau	22	<i>Ocimum</i> sp.	Kemangi
3	<i>Solanum melongena</i>	Terung	23	<i>Crotalaria juncea</i>	Turi
4	<i>Solanum tuberosum</i>	Kentang	24	<i>Amaranthus spinosus</i>	Orok-orok, eceng-eceng
5	<i>Musa</i> spp	Pisang	25	<i>Ageratum conizoydes</i>	Bayam duri
6	<i>Heliconia</i> sp.	Bunga matahati	26	<i>Ageratum conizoydes</i>	Jotang
7	<i>Anthurium</i> spp	Anturium	27	<i>Bidens pilosa</i>	Buntut tikus
8	<i>Arachis hypogaea</i>	Kacang tanah	28	<i>Euphorbia prunifolia</i>	Platilian
9	<i>Capsicum annum</i>	Cabai	29	<i>E. hirta</i>	Nanangkaan
10	<i>Gossypium</i> spp	Kapas	30	<i>Pyllanthus niruri</i>	Meniran
11	<i>Hevea brasiliensis</i>	Karet	31	<i>Portulaca oleracea</i>	Krokot
12	<i>Ipomoea batatas</i>	Ubi jalar	32	<i>Polygonum</i> sp.	Aseman, dandang
13	<i>Ricinus communis</i>	Jarak biji	33	<i>Galinsoga parviflora</i>	Beribil, jakut
14	<i>Zingiber offiChinale</i>	Jahe	34	<i>Eupatorium odora</i>	Kirinyuh
15	<i>Manihot esculenta</i>	Ubi kayu	35	<i>Cleome viscosa</i>	Buntut kucing
16	<i>Curcuma domestica</i>	Kunyit	36	<i>Boerhavia erecta</i>	Cakaran
17	<i>Eugenia aromaticum</i>	Cengkih	37	<i>Lantana camara</i>	Tembelekan
18	<i>Marantha arundinacea</i>	Garut	38	<i>Basilicum</i> sp.	Selasih
19	<i>Sesamum indicum</i>	wijen	39	<i>Centela asiatica</i>	pegagan
20	<i>Pogostemon cablin</i>	nilam			

Sumber: Machmud *et al.* (1993), Kelman *et al.* (1994), Mehan *et al.* (1994), Arwiyanto (1997), Asman *et al.* (1998), Adhi *et al.* (1998), Supriadi (1999), Denny (2000), EPPO (2004), Mulya *et al.* (2000), Supriadi (2000), Supriadi dan Hadipoentyanti (2000), Supriadi *et al.* (2001), Wuryandari (2004), Nasrun *et al.* (2007).

Gulma yang tumbuh bersama kacang tanah memiliki peran penting dalam daur penyakit layu. Gulma selain menjadi pesaing kacang tanah dalam mendapatkan bahan makanan, air dan ruang; juga berguna sebagai tempat hidup bakteri dan menjadi sumber infeksi penyakit. Seringkali, gulma yang terinfeksi bakteri tersebut tidak menunjukkan gejala layu. Gulma yang biasanya tumbuh bersama kacang tanah seperti *Ageratum conyzoides*, *Crotalaria juncea*, dan *Croton hirtus* adalah inang alternatif bagi *R. solanacearum* (Mehan *et al.* 1994, Denny 2000).

PROSES INFEKSI DAN GEJALA PENYAKIT

Proses Infeksi

R. solanacearum menyerang tanaman inangnya mulai dari sel perakaran, dan untuk penetrasi atau masuk dalam jaringan tanaman bakteri membutuhkan jalur khusus berupa luka pada perakaran. Luka tersebut berupa kerusakan akibat terserang hama ataupun luka alamiah pada titik pertumbuhan akar sekunder. Vasse *et al.* (1995) melalui pengamatan mikroskopis *R. solanacearum* pada tomat hidroponik, menyatakan bahwa proses infeksi bakteri terjadi melalui tiga tahap yaitu: 1) kolonisasi bakteri di permukaan akar, 2) infeksi bakteri di bagian korteks, dan 3) infeksi pada sel parenkim diikuti penyebaran bakteri dalam pembuluh *xylem*. Dari pembuluh *xylem* bakteri menyebar sistemik ke bagian atas yaitu batang dan daun. Dalam proses infeksi, bakteri *R. solanacearum* mengeluarkan beberapa jenis senyawa ekstraseluler dengan berat molekul tinggi seperti poligakturonase, endoglukanase, dan senyawa toksin. Deposit senyawa eksopolisakarida yang berlebihan di dalam pembuluh *xylem* akan menyumbat aliran air dari tanah ke seluruh tanaman sehingga timbul gejala layu. Senyawa ekstraseluler tersebut adalah faktor penentu virulensi atau keganasan *R. solanacearum* (Saile *et al.* 1997, Huang dan Allen 2000).

Gejala Penyakit

Gejala penyakit layu dibedakan menjadi dua berdasarkan kerusakan luar (eksternal) dan gejala kerusakan jaringan pembuluh (internal).

1. Gejala pada tanaman(eksternal)

Kelayuan secara tiba-tiba adalah gejala khas serangan *R. solanacearum* pada kacang tanah, dan awalnya hanya sebagian cabang layu dengan daun berwarna hijau. Gejala awal biasanya muncul pada tanaman umur 2–3 minggu setelah tanam, berupa layu mendadak terutama terjadi pada daun-daun muda sehingga ujung batang nampak lunglai (Gambar 2A). Gejala selanjutnya berkembang sistemik ke seluruh tanaman, daun yang layu berubah menjadi kusam mirip bekas tersiram air panas, cabang dan batang menjadi lunglai dan layu secara permanen, tanaman berwarna kecoklatan, mengering dan akhirnya mati. Apabila tanaman terserang pada umur lebih tua, proses kelayuan terjadi secara bertahap, kadang-kadang hanya sebagian cabang menjadi layu. Tanaman layu atau sakit biasanya tidak dapat sembuh. Infeksi pada polong, menyebabkan perubahan warna menjadi coklat dan busuk polong. Pada intensitas penyakit ringan, tanaman kacang tanah masih mampu memproduksi namun terjadi penurunan kualitas polong yaitu di bagian kulit polong terdapat urat-urat berwarna kecoklatan karena adanya bakteri dalam jaringan kulit (Mehan *et al.* 1994).



A. Tanaman layu (eksternal).



B. Diskolorasi jaringan pembuluh (internal).

Gambar 2. Layu pada sebagian cabang, daun masih hijau segar (A), dan gejala diskolorasi jaringan pembuluh akar dan pangkal batang kacang tanah (B). Sumber: Rahayu 2012.

2. Gejala pada jaringan pembuluh batang (internal)

Penyakit layu merusak sistem perakaran dan jaringan pembuluh pengangkutan. Pada tanaman sehat tidak ditemukan gejala diskolorasi atau kerusakan warna pada jaringan pembuluh. Jika bagian batang tanaman layu dipotong melintang, maka tampak bagian empulur dan kayu berwarna kecoklatan atau terjadi kerusakan warna (Gambar 2B). Kerusakan warna pada pembuluh batang umumnya disertai tekstur lunak dan basah, dan kondisi demikian merupakan penciri adanya bakteri. Diskolorasi jaringan pembuluh secara kuantitas belum konsisten sebagai penciri karakter ketahanan ataupun kerentanan kacang tanah terhadap bakteri layu. Diskolorasi jaringan pembuluh hanya sebagai salah satu indikasi adanya deposit senyawa ekstraseluler dari bakteri jenis virulen (ganas).

Gejala serangan bakteri pada biji kacang tanah seringkali terjadi sedikit kerusakan dan biji nampak normal. Untuk biji yang digunakan sebagai benih, biasanya biji rusak akibat penyakit telah dibuang pada proses sortasi benih. Menurut Machmud (1991) dari biji kacang tanah yang dipanen dari tanaman terserang layu bakteri berhasil diisolasi *R. solanacearum* dari beberapa bagian biji seperti funiculus, kulit polong, kulit biji, dan embrio. Persentase penularan tersebut pada varietas Gajah, Pelanduk, Kidang, Macan, Tupai, dan Kelinci berkisar antara 5–8%.

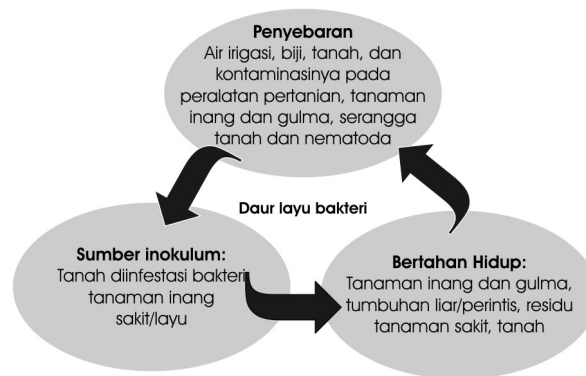
Adanya kemungkinan benih terinfeksi dan tidak menunjukkan gejala perubahan fisik, perlu mendapat perhatian sebab biji terinfeksi dapat membawa bakteri dan akan menghasilkan tanaman baru dalam kondisi terinfeksi. Gejala penyakit yang berasal dari benih membawa patogen biasanya dapat diketahui sekitar 2–4 minggu setelah tanam. Hasil penelitian Zhang *et al.* (1993) tentang pengaruh biji terinfeksi terhadap penularan bakteri menunjukkan bahwa walaupun bakteri dapat dideteksi dalam biji kacang tanah yang baru saja dipanen dari tanaman sakit tidak berarti biji tersebut mampu menularkan penyakit layu. Hal itu disebabkan setelah periode pengeringan, penurunan kadar air biji akan mempengaruhi daya hidup bakteri dalam biji.

Daur Penyakit

R. solanacearum merupakan bakteri penghuni rizosfer atau tanah sekitar perakaran dan penularannya melalui tanah dan biji kacang tanah. Di lapangan, sumber penularan

penyakit terutama dari residu inang terinfeksi dalam tanah, serta air irigasi terkontaminasi bakteri. Air irigasi yang terkontaminasi bakteri, adanya gulma inang dan infeksi laten dalam benih kacang tanah berperan penting pada daur layu *R. solanacearum* di lapangan (Gambar 3).

Penularan penyakit melalui benih, merupakan modus penyebaran pasif dari *R. solanacearum* dan hal ini dipengaruhi oleh aktivitas distribusi benih. Distribusi benih antar lokasi ataupun antar negara, akan seiring dengan penyebaran penyakit ke wilayah lebih luas dalam skala nasional ataupun internasional. Dalam perdagangan internasional, *R. solanacearum* termasuk salah satu organisme pengganggu tanaman paling berbahaya di Amerika Serikat dan karantina pertanian memasukkannya dalam daftar Agricultural Bioterrorism Act sejak tahun 2003 (www.agmkt.state.ny.us dalam Supriadi 2011). Hal-hal demikian mengindikasikan bahwa layu bakteri akan sangat merugikan, karena menjadi penghambat dalam perdagangan benih kacang tanah skala internasional.



Gambar 3. Daur penyakit layu *R. solanacearum* pada kacang tanah.

(Sumber: Priou *et al.* 2011).

STRAIN DAN VIRULENSI *R. SOLANACEARUM*

Istilah strain digunakan untuk menjelaskan satu kelompok isolat *R. solanacearum* yang memiliki ciri-ciri fenotipik yang sama, sedangkan istilah isolat diartikan sebagai koloni tunggal bakteri pada media kultur. Spesies *R. solanacearum* terdiri beragam strain yang berbeda virulensi atau patogenisitasnya. Strain dengan keragaman jenis inang, sebaran geografis, patogenisitas dan karakter fisiologis dikelompokkan menjadi dua berdasarkan sistem ras dan biovar. Walaupun demikian muncul perbedaan sebutan terhadap klasifikasi di bawah spesies tersebut misalnya grup, strain, patovar, biotipe dan ras. Dalam sistem ras, *R. solanacearum* dibedakan dalam lima ras berdasarkan jenis tanaman inang dan distribusi geografisnya. Dalam sistem biovar, dibedakan lima biovar berdasarkan kemampuan bakteri menggunakan karbohidrat dan alkohol sebagai sumber nutrisinya (Horita dan Tsuchiya 2001, Denny 2006).

R. solanacearum penyebab layu pada kacang tanah merupakan strain dari kelompok ras 1 (Hayward 1991). Ras 1 terdiri strain yang menginfeksi inang solanaceae dan bukan solanaceae seperti kacang tanah, buncis, kecipir, bunga matahari, dahlia, lili, anturium, dan strawberi. Ras 1 areal sebarannya meliputi wilayah tropis dan sub tropis pada bebe-

rapa negara di Afrika, Asia, Australia, dan Amerika Selatan (EPPO/CABI 2006). Ras 2 terutama menginfeksi pisang triploid di Amerika Tengah dan Asia Tenggara yang beriklim tropis. Ras 3 menyerang inang solanaceae di dataran tinggi meliputi seluruh dunia. Ras 4 menginfeksi jahe di Asia dan Hawaii. Ras 5 menginfeksi mulberi *Morus sp.* di China (Denny 2006). Penyebaran ras 3 yang paling luas meliputi seluruh dunia, menyerang beragam inang meliputi tanaman budi daya dan tumbuhan liar (Denny dan Hayward 2001, Tahat dan Sijam 2010).

Tabel 2. Pengelompokkan *R. solanacearum* berdasarkan sistem ras.

Ras	Biovar	Jenis inang	Sebaran geografis
1	1, 3, 4	sangat beragam terdiri kentang, tomat, tembakau, kacang tanah, jahe, pisang diploid, buncis, kecipir, bunga matahari, dahlia, lili, anturium	Asia, Australia, Amerika
2	1	pisang triploid (<i>Musa spp.</i>) & <i>Heliconia sp.</i>	Amerika Tengah dan Asia Tenggara
3	2	kentang dan tomat	Seluruh dunia terutama di dataran tinggi
4	3, 4	jahe	Asia dan Hawaii
5	5	mulberi (<i>Morus sp.</i>)	China

Sumber: Denny dan Hayward (2001), EPPO/CABI (2006), Tahat & Sijam (2010).

Tabel 3. Pengelompokkan *R. solanacearum* berdasarkan sistem biovar.

Reaksi biokimia	Biovar-1	Biovar-2	Biovar-3	Biovar-4	Biovar-5
1. Penggunaan disakarida (laktosa, maltose, selobiosa)	–	+	+	–	+
2. Oksidasi alkohol:					
Mannitol	–	–	–	+	+
Sorbitol	–	–	–	+	–
Dulsitol	–	–	–	+	–
3. Denitrifikasi	+	–	+	+	

Sumber: Machmud (1991) dan Priou *et al.* (2011).

Berdasarkan sistem biovar, terdapat lima kelompok biovar *R. solanacearum*. Biovar 1 atau Bv-1 bereaksi negatif terhadap tiga jenis disakarida dan tidak mengoksidasi tiga jenis alkohol. Bv-2 bereaksi positif dapat menggunakan disakarida dan negatif terhadap alkohol. Bv-3 dapat menggunakan disakarida dan juga dapat mengoksidasi alkohol. Bv-4 bereaksi negatif terhadap disakarida dan positif mengoksidasi beberapa alkohol. Bv-5 positif menggunakan disakarida dan hanya mengoksidasi mannitol (Tabel 3). Strain penyebab layu pada kacang tanah di Asia dan Afrika pada umumnya termasuk kelompok Bv-3 dan Bv-4, sementara Bv-1 terdapat di Amerika Serikat (Mehan *et al.* 1994). Menurut Machmud (1993) Bv-3 merupakan strain yang dominan menginfeksi kacang tanah di sejumlah negara Asia seperti China, Indonesia, dan Malaysia. Lebih lanjut dijelaskan bahwa Bv-3 lebih virulen daripada Bv-4.

Virulensi atau keganasan *R. solanacearum* ditentukan oleh kemampuan bakteri menghasilkan senyawa eksopolisakarida. Eksopolisakarida (EPS) merupakan senyawa dengan berat molekul tinggi yang dikeluarkan *R. solanacearum* selama proses infeksi pada tanaman inang. Deposit senyawa tersebut secara berlebihan dalam jaringan pembuluh *xylem* akan menyumbat aliran air dari tanah ke dalam tanaman sehingga timbul gejala layu (Huang dan Allen 2000). Selain EPS, terdapat beberapa enzim yang berperan pada tingkat virulensi suatu strain *R. solanacearum* di antaranya berupa senyawa poliglakturonase (PG) yang mengalami peningkatan setelah bakteri berinteraksi dengan tanaman inang, serta adanya akumulasi enzim pendegradasi dinding sel tanaman inang yaitu enzim endoglukanase (EG) yang berperan pada proses penyakit layu (Suryadi dan Machmud 2002). Strain patogenis *R. solanacearum* yang diisolasi dari kacang tanah layu berdasarkan analisis fisiologis dan biokimianya memiliki sifat reaksi Gram negatif, mampu merombak beberapa jenis karbohidrat sebagai sumber nutrisinya, tidak membentuk pigment fluoresen, dan tidak tumbuh pada suhu 41 °C (Tabel 4).

Tabel 4. Karakter fisiologis dan biokimia *R. solanacearum* isolat kacang tanah.

No.	Jenis pengujian	Reaksi
1.	Reaksi Gram	–
2.	Oxidase	+
3.	Catalase	+
4.	Gerak (Motility)	+
5.	Pigmen Fluorescent	–
6.	Reduksi Nitrate	+
7.	Hidrolisis Arginin	–
8.	Akumulasi Poly-hydroxy butyrate	+
9.	Perombakan Polyacetate	+
10.	Pertumbuhan pada suhu 41 °C	–
11.	Produksi Levan	Bervariasi
12.	Reaksi Hypersensitif	+

Sumber: Machmud (1991) dan Priou *et al.* (2011).

Isolat *R. solanacearum* yang diisolasi dari tanaman terinfeksi di lapangan, bilamana dibiakkan pada media agar-agar secara berulang (rekultur) akan menurun virulensinya sehingga menyulitkan dalam mempelajari patogenisitasnya. Kultur *R. solanacearum* strain yang patogenis mudah dikenali secara visual berdasarkan tipe koloni isolat. Koloni *R. solanacearum* dibedakan menjadi dua tipe yaitu tipe fluidal berarti virulen, dan afluidal yang tidak virulen. Metode identifikasi dan karakterisasi konvensional tersebut di atas perlu dilengkapi dengan metode lain yang didasarkan pada analisis molekuler karena lebih akurat dan cepat. Kajian molekuler sangat bermanfaat untuk mengetahui patogenisitas bakteri dan memahami proses penyakit yang selanjutnya dapat digunakan untuk strategi pengendaliannya.

PENGENDALIAN PENYAKIT

Pengendalian penyakit tanaman terutama ditekankan melalui pengelolaan penyakit terpadu, dengan menerapkan beberapa komponen teknologi pengendalian yang efektif dan dapat diintegrasikan dengan teknis budidaya tanaman. Mengingat *R. solanacearum* merupakan patogen yang terdiri atas beragam strain dan biovar, serta pengendaliannya

sejauh ini belum dilakukan secara serius oleh petani maka beberapa komponen pengendalian seperti penggunaan varietas tahan, pemilihan lahan bebas penyakit (non infeksi), pergiliran tanaman dengan jenis bukan inang, penggunaan benih sehat, pengendalian hayati, pestisida nabati potensial sebagai bakterisida, dan pengendalian kimiawi dengan antibiotik memiliki potensi cukup baik untuk diterapkan di lapangan.

Pengelolaan Lahan Supresif

Dalam budidaya pertanian, faktor pengelolaan lahan menjadi unsur utama dalam upaya mendapatkan hasil panen yang bermutu tinggi. Di lahan endemik dimana *R. Solanacearum* sering menimbulkan kerusakan, bakteri bertahan hidup di tanah dan seresah atau residu inang terinfeksi sehingga menjadi sumber inokulum primer penyakit pada budidaya kacang tanah berikutnya. Dalam kondisi demikian tindakan sanitasi lahan dan eradikasi residu inang terinfeksi perlu diterapkan di lahan endemik, untuk menurunkan populasi patogen dan melenyapkan sumber penyakit di lapangan.

Pada umumnya gulma selalu diminimalkan keberadaannya melalui penyiangan intensif. Selain merugikan karena menjadi pesaing tanaman utama, gulma tertentu dapat berperan sebagai inang alternatif bagi patogen. Gulma *Portulaca oleracea* dapat menjadi gudang (reservoir) bagi *R. solanacearum*, sehingga berperan pada penyebaran lanjut penyakit layu dari satu musim ke musim berikutnya (Lopez dan Biosca 2004). Seringkali, gulma yang terinfeksi *R. solanacearum* tidak menunjukkan gejala layu, sehingga hal ini menjadi penghambat upaya pengendaliannya. Fakta berlawanan menunjukkan bahwa di lahan yang bebas gulma masih memungkinkan adanya serangan *R. solanacearum*. Hal itu dibuktikan pada tomat yang ditanam di lahan bekas timbunan balok kayu dan juga bebas dari gulma, ternyata terserang parah oleh *R. solanacearum* (Saile *et al.* 1997). Dari penelitian ini diketahui bahwa bakteri indigenus yang hidup dalam tanah dan air di lingkungan setempat dapat berperan sebagai sumber primer penyakit layu bakteri. Adanya bakteri indigenus sangat merugikan karena tindakan pengendalian preventif melalui pemilihan lahan bukaan baru tidak mampu menekan penyakit karena masih berpeluang muncul penyakit layu *R. solanacearum*.

Penggunaan berbagai pupuk hijau, pupuk kandang baik secara sendiri-sendiri maupun dikombinasi dengan menggunakan pupuk NPK dan pengapuran tidak dapat menekan intensitas serangan penyakit layu (Tabel 5). Tetapi di China dilaporkan bahwa pada tanah-tanah miskin yang secara terus-menerus diberi pupuk hijau lebih sedikit mendapat serangan penyakit layu dibandingkan tanah-tanah yang menerima pupuk anorganik. Pada tanah yang bersifat basa pada umumnya tingkat serangan bakteri layu relatif rendah.

Bercocok tanam di tanah supresif atau tanah yang memiliki kapasitas mencegah dan menekan penyakit, sering diterapkan untuk menekan patogen tular tanah seperti *R. solanacearum*. Supresifitas tanah dapat diketahui dari kandungan bahan organik ataupun pengelolaan tanah secara organik. Hasil penelitian di China menunjukkan bahwa pada tanah miskin yang secara terus menerus diberi pupuk hijau lebih sedikit mendapat serangan penyakit layu, dibandingkan tanah yang diberi pupuk anorganik (Lin 1990). Menurut Schonfeld *et al.* (2003) pemberian kompos dapat meningkatkan supresifitas tanah sehingga menekan populasi *R. solanacearum* dan menurunkan intensitas penyakit layu. Hal yang sama dinyatakan van-Bruggen dan Termorshuizen (2003) bahwa tanah yang dikelola secara organik dapat menekan perkembangan *R. Solanacearum*, sebaliknya tanah yang dikelola secara konvensional tidak terjadi penekanan bakteri sehingga penyakit layu

terus berkembang. Berikutnya Lemaga *et al.* (2004) berdasarkan penelitiannya menyatakan bahwa pemberian bahan pembenah tanah berupa pupuk organik ataupun kombinasinya dengan pupuk anorganik NPK, dapat meningkatkan kesehatan tanaman kentang sehingga lebih tahan terhadap layu *R. solanacearum* dan meningkatkan hasil panen. Masyitah (2004 dalam Tahat dan Sijam 2010) membuktikan hal yang sama bahwa pemberian kompos dari bahan seresah batang jagung dan jerami padi, dapat menekan serangan *R. solanacearum* pada tomat. Mekanisme supresifitas tanah organik tersebut belum diketahui secara pasti, tetapi terdapat dugaan bahwa supresifitas berkaitan dengan peningkatan komunitas mikroba agens hayati dalam tanah sehingga perkembangan bakteri layu menjadi terhambat.

Tabel 5. Pengaruh penggunaan pupuk hijau, pupuk kandang, pupuk anorganik dan pengapuran terhadap intensitas layu pada kacang tanah.

Sumber pupuk	Intensitas serangan penyakit layu (%) pada 80 HST
<i>Sesbania rostrata</i>	70,3
<i>Crotalaria juncea</i>	69,7
<i>Leucania leucocephala</i>	78,3
<i>S. rosiata</i> + NPK	75,7
<i>C. juncea</i> + NPK	77,7
<i>L.leucocephala</i> + NPK	81,7
Pupuk kandang	73,7
Pupuk kandang + NPK	67,0
Kapur + NPK	66,3
Kapur + NPK + pupuk kandang	85,7
NPK	67,3
Tanpa pupuk	81,3

Sumber: Machmud (1991).

Benih Sehat

R. solanacearum dapat menular melalui benih kacang tanah walaupun penularannya hanya 5–8% (Machmud 1991). Hasil penelitian di China menunjukkan bahwa penularan bakteri layu berkisar 3–6% dan viabilitas bakteri dalam biji kacang tanah akan menurun dengan semakin rendahnya kadar air benih (Tan *et al.* 1994). Benih membawa penyakit akan sangat merugikan terutama untuk lahan non-infeksi yang semula tidak terdapat kejadian penyakit layu, sehingga dalam penyiapan benih perlu mempertimbangkan faktor kesehatan benih. Mengeringkan kacang tanah hingga kadar air biji kurang dari 8% dilaporkan efektif untuk mencegah penularan penyakit layu bakteri (Zhang *et al.* 1993).

Benih sehat tidak membawa patogen pada komoditas kacang tanah sebaiknya dinyatakan dengan keterangan kesehatan benih. Keterangan kesehatan benih sangat berguna untuk mencegah penyebaran bakteri ke areal lebih luas. Agarwal dan Sinclair (1997) menyatakan bahwa pengujian kesehatan benih sangat diperlukan untuk mendapatkan jaminan mutu patologis bahwa benih tidak membawa sumber penyakit, atau untuk memperkecil peluang penyebaran penyakit melalui benih.

Penyediaan benih bermutu tinggi merupakan salah satu upaya untuk melindungi dan memberikan jaminan kepada petani agar komoditas yang ditanam mencapai hasil panen tinggi dengan mutu yang baik. Benih bermutu biasanya harus melalui serangkaian pemeriksaan lapangan dan pengujian laboratorium. Di dalam pedoman sertifikasi benih dijelaskan

kan secara rinci sejak evaluasi sumber benih di lapangan sampai dengan pengujian di laboratorium. Jenis pengujian benih tanaman aneka kacang adalah pengujian kadar air, keaslian dan kemurnian varietas tertentu tidak tercampur dengan varietas lain, mutu fisiologis yaitu viabilitas atau vigor tinggi. Penanggung jawab dan pelaksana sertifikasi benih nasional yaitu Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) yang tersebar sampai di tingkat Kabupaten, belum menerapkan uji patologis yang memberi jaminan mutu kesehatan benih. Anwar (2000) dan Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian (2008) menjelaskan bahwa sampai sejauh ini belum diterapkan uji mutu patologis dalam produksi benih di Indonesia.

Pengujian kesehatan benih dalam pelaksanaannya harus sesuai dengan prosedur operasional yang dikeluarkan oleh lembaga internasional pengujian kesehatan benih yaitu International Seed Testing Association (ISTA). Pengujian kesehatan benih di Indonesia pada umumnya hanya dilakukan terhadap benih-benih introduksi, jadi hanya diterapkan pada alur distribusi benih internasional. Sementara itu dalam sertifikasi benih, belum sepenuhnya menerapkan peraturan sertifikasi internasional tersebut. Sebaliknya di negara-negara maju, selain pengujian mutu fisiologis dan kemurnian varietas, pengujian kesehatan benih mutlak harus dilakukan.

Varietas Tahan Penyakit

Menanam varietas tahan merupakan cara pengendalian yang praktis, selama varietas tahan tersedia benihnya. Seringkali suatu varietas yang dikembangkan sebagai varietas tahan layu di suatu daerah, menjadi rentan di daerah lain. Perubahan ketahanan tersebut disebabkan faktor perbedaan strain ataupun karena perbedaan lingkungan sehingga sifat ketahanan tidak terekspresi. Ekspresi ketahanan terhadap penyakit layu seringkali tidak stabil, di agroekologi yang berbeda sifat tahan tersebut kadang tidak muncul. Semangun (1996) menyatakan bahwa terdapat tiga faktor yang saling berpengaruh pada perbedaan respon ketahanan terhadap suatu patogen yaitu: 1) adanya strain patogen yang virulen (ganas), 2) kondisi agroekologis yang mendukung, dan 3) tingkat kerentanan tanaman inang. Faktor genetik adalah penyebab utama stabilitas karakter ketahanan kacang tanah terhadap penyakit layu, yang dikendalikan gen dominan parsial positif sehingga tidak stabil (Lagiman *et al.* 2000). Faktor virulensi bakteri dapat berubah karena munculnya strain baru *R. solanacearum* di suatu lingkungan agroekologi, juga berpengaruh pada ekspresi ketahanan kacang tanah.

Perakitan varietas unggul kacang tanah untuk ketahanan terhadap penyakit layu di Indonesia telah dilakukan mulai tahun 1925, hasilnya adalah varietas Schwarz 21 yang kemudian ditanam petani hingga tahun 1953. Dengan menggunakan sumber ketahanan dari Schwarz 21 tersebut, kemudian dihasilkan beberapa varietas keturunannya yaitu Gajah, Kidang, Banteng, Macan, Anoa, Rusa, Pelanduk, Tupai, dan Tapir yang juga memiliki sifat tahan terhadap penyakit layu (Mehan *et al.* 1994). Sifat ketahanan terhadap penyakit layu dapat diwariskan melalui persilangan kacang tanah. Penelitian di China menunjukkan bahwa ketahanan terhadap bakteri layu secara mudah dapat dipindahkan melalui persilangan, sehingga diduga ketahanan tersebut secara genetik bersifat sederhana. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa sifat ketahanan tersebut dikontrol oleh gen resesif atau sedikit dominan (Boshou *et al.* 1990).

Sumber gen tahan penyakit layu tersedia di dalam genotipe plasma nutfah kacang tanah. Genotipe yang dikembangkan menjadi calon varietas unggul baru tahan penyakit biasanya dievaluasi dalam skala rumah kaca dengan penularan penyakit secara buatan,

sedangkan evaluasi di lapangan dilaksanakan di lahan mengandung penyakit atau endemik. Nugrahaeni (2011) menyatakan bahwa lahan endemik yang sering digunakan sebagai lokasi pengujian ketahanan kacang tanah terhadap layu bakteri adalah di Pati dan Banjarnegara (Jawa Tengah), serta di Jember–Malang (Jawa Timur). Selain faktor inokulum bakteri yang harus virulen, keberhasilan pengujian ditentukan juga oleh metode pengujian yang digunakan. Pengujian pada tanaman di pot di rumah kaca dapat menggunakan berbagai cara inokulasi. Teknik injeksi pada pangkal daun dinilai paling tepat untuk evaluasi ketahanan karena praktis dan memberi hasil yang konsisten (Machmud 1991, Tabel 6).

Tabel 6. Teknik inokulasi bakteri layu di rumah kaca.

Teknik inokulasi	Intensitas serangan (%) pada varietas			
	Gajah	Tupai	Red Spanish	Early Bunch
Pelukaan pangkal daun	8	4	80	84
Metode tusuk gigi	8	8	84	88
Metode injeksi	12	8	88	88
Pencelupan akar	28	20	100	100
Pembasahan akar	16	20	80	80

Sumber: Machmud (1991).

Para pemulia kacang tanah telah mencapai hasil yang sangat mendukung pengendalian layu bakteri melalui penemuan varietas unggul toleran ataupun tahan layu bakteri. Varietas kacang tanah berindikasi toleran hingga tahan layu bakteri di antaranya adalah Gajah, Banteng, Tapir, Kidang, Domba, Mahesa, Panter, Kancil, Anoa, Tupai, KI Putih, Tuban, Papua merah (Tabel 7).

Tabel 7. Ketahanan varietas kacang tanah terhadap layu bakteri.

No	Varietas	Kategori ketahanan	No	Varietas	Kategori ketahanan
1	Gajah	Sangat tahan	15	Badak	Agak Tahan
2	Macan	Tahan	16	Landak	Tahan
3	Banteng	Sangat tahan	17	Panter	Sangat tahan
4	Tapir	Sangat tahan	18	Kancil	Sangat tahan
5	Kidang	Sangat tahan	19	Anoa	Sangat tahan
6	Rusa	Tahan	20	Bima	Agak Tahan
7	Tupai	Sangat Tahan	21	Simpai	Agak Tahan
8	Pelanduk	Tahan	22	Trenggiling	Agak Tahan
9	Kelinci	Agak Tahan	23	KI. Putih	Sangat Tahan
10	Turangga	Tahan	24	Jepara	Agak Tahan
11	Jerapah	Tahan	25	Lokal Pati	Tahan
12	Domba	Sangat tahan	26	Tuban	Sangat Tahan
13	Mahesa	Sangat tahan	27	Papua Merah	Sangat Tahan
14	Komodo	Tahan	28	Zebra	Sangat Tahan
15	Biawak	Tahan	29	Chico	Rentan

Sumber: Balitkabi (2008); Rahayu (2009); Nugrahaeni (2011).

Pergiliran Tanaman

Pergiliran kacang tanah dengan tanaman lain yang tidak termasuk inang bakteri, dapat mengurangi intensitas penyakit layu. Manfaat pergiliran tanaman dalam mengendalikan *R. solanacearum* ditunjukkan Adhikari dan Basnyat (1998) pada penelitian tomat varietas rentan yang ditanam di lahan bekas jagung dan kacang tunggak, ternyata dapat menunda 1–3 minggu munculnya gejala layu dan menekan intensitas penyakit 20–26%.

Pergiliran tanaman mungkin tidak mengeliminir bakteri secara tuntas tetapi dapat mengurangi populasi patogen di lapangan. Makin lama lahan tersebut ditanami dengan tanaman bukan inang bakteri, akan memberikan hasil yang lebih baik. Pergiliran kacang tanah dengan kapas, kedelai, dan sereal (padi, jagung, sorgum, gandum, tebu) dapat memutus siklus perkembangan *R. solanacearum* di lahan setempat sehingga mengurangi kejadian penyakit layu. Sebaliknya, kacang tanah ataupun inang lainnya yang ditanam secara intensif dapat meningkatkan populasi bakteri di tanah. Kacang tanah yang ditanam bergilir dengan padi gogo selama dua tahun, ternyata dapat menekan intensitas penyakit layu dari 72,6% menjadi 30,7% (Machmud 1991).

Data sejarah kejadian penyakit layu di suatu areal sangat diperlukan sebagai pedoman pengendalian penyakit melalui pendekatan pergiliran tanaman. Apabila pernah terjadi penyakit layu dengan intensitas parah maka selama 2–3 tahun ke depan perlu beberapa upaya pencegahan misalnya dibebaskan sementara dari tanaman kacang tanah, dan dilakukan pergiliran dengan tanaman bukan inang. Upaya lain yang perlu dilakukan adalah menghindari penanaman kacang tanah di areal bekas tomat, terung, cabai, tembakau, jahe dan inang lainnya sebab tanaman tersebut berperan sebagai tempat kehidupan *R. solanacearum*.

Pengendalian Kimiawi

Pengendalian kimiawi dengan aplikasi bakterisida pada umumnya diterapkan pada tanaman hortikultura. Hasil penelitian Asman dan Sitepu (1998) menunjukkan bahwa antibiotik streptomisin-sulfat cukup efektif untuk menekan layu *R. solanacearum* pada tanaman aromatik nilam. Walaupun bakterisida atau antibiotik telah diketahui efektivitasnya terhadap layu bakteri, tetapi belum diterapkan pada kacang tanah diduga karena pertimbangan tingginya harga bakterisida sehingga tidak efisien. Menurut Parrot dan Kalibwani (2004) bahwa tingginya harga antibiotik dan adanya permintaan produk pertanian yang bebas residu pestisida, telah membatasi penerapan pengendalian kimiawi di beberapa negara seperti Mesir dan Eropa.

Pengendalian Hayati

Keamanan hayati produk pertanian saat ini semakin mendapat perhatian masyarakat dan petani, sehingga secara berangsur-angsur penggunaan pestisida kimia yang memiliki residu berbahaya terhadap kesehatan, disubstitusi dengan pestisida hayati berasal dari mikroba agens hayati. Beberapa mikroba telah diteliti dan dilaporkan mampu berperan sebagai agens pengendali hayati penyakit layu bakteri *R. solanacearum* (Shekawati *et al.* 1993).

Agens hayati dari jenis bakteri antagonis memiliki potensi cukup baik untuk mengendalikan layu *R. solanacearum*. Beberapa bakteri antagonis seperti *Pseudomonas fluorescens*, *P. glumae*, *P. putida*, *P. gladioli*, *P. aeruginosa*, *Bulkholderia cepacia*, serta *Bacillus subtilis*, *Erwinia* sp., dan *Streptomyces setonii* yang diisolasi dari rizosfer tanaman sehat dilaporkan efektif mengendalikan layu *R. solanacearum* (Trigalet *et al.* 1998, Lemessa dan Zeller

2007). Pengendalian hayati *R. solanacearum* pada beragam komoditas seperti tembakau (Arwiyanto dan Hartana 2001; Wuryandari 2004), jahe (Mulya *et al.* 2000), tomat (Guo *et al.* 2004), dan tanaman aromatik nilam (Nasrun *et al.* 2005) dengan aplikasi *P. fluorescens* dilaporkan cukup efektif menekan penyakit layu.

Tabel 8. Pengaruh perlakuan benih menggunakan bakteri antagonis *P. fluorescens* dan *B. subtilis* terhadap penyakit layu *R. solanacearum* pada kacang tanah

Perlakuan benih dengan agens hayati	Rumah kaca Kejadian layu (%)	Lapangan	
		Kejadian layu (%)	Hasil polong (t/ha)
Tanpa perlakuan (cek)	86	89	2,00
<i>P. fluorescens</i>	56	67	2,71
<i>Bacillus subtilis</i>	52	61	2,75

Sumber: Doan and Nguyen (2006).

P. fluorescens dan *B. subtilis* yang diaplikasikan melalui benih kacang tanah, dapat menekan kejadian layu hingga 67% demikian juga aplikasi *B. subtilis* menekan kejadian layu hingga 61% sedangkan tanpa pengendalian hayati kejadian layu lebih tinggi mencapai 89%. Selain menekan penyakit, pengendalian hayati tersebut dapat meningkatkan hasil polong kacang tanah hingga 2,71 t/ha sedangkan tanpa perlakuan pengendalian polong yang dihasilkan hanya 2 t/ha (Doan dan Nguyen 2006, Tabel 8).

Pestisida Nabati

Senyawa alami yang terkandung dalam bahan tanaman tertentu sangat potensial untuk mengendalikan penyakit tanaman, dan hal itu sangat diperhatikan petani karena bahan bakunya tersedia secara lokal. Minyak atsiri berasal dari serai dapur, diketahui mampu menekan serangan *R. solanacearum* pada tomat (Pradhanang *et al.* 2005). Penggunaan biofumigan seperti glukosinolat dan isotiosianat yang berasal dari tanaman Brassicaceae saat ini diteliti secara intensif karena bersifat toksik terhadap aneka patogen tular tanah termasuk *R. solanacearum* (Yulianti dan Supriadi 2008). Selain itu beberapa jenis tanaman seperti daun jambu biji *Psidium guajava*, cangkang biji mangga *Garcinia mangostana*, rimpang kunyit *Curcuma longa*, akar rumput teki *Cyperus rotundus*, ekstraknya mengandung senyawa aktif yang mampu menekan *R. solanacearum* penyebab penyakit layu pada tomat (Vudhivanich 2003, Tabel 9). Ekstrak nabati saat ini memang masih terbatas dalam skala penelitian, tetapi sumber senyawa alami tersebut perlu dikembangkan karena prospeknya cukup baik sebagai alternatif bakterisida yang ramah lingkungan.

Tabel 9. Beberapa jenis tanaman dan sumber ekstrak aktif yang mampu menghambat pertumbuhan in-vitro *R. solanacearum*.

Tanaman	Nama ilmiah	Sumber ekstrak aktif
Jambu biji	<i>Psidium guajava</i>	Daun
Mangga	<i>Garcinia mangostana</i>	Cangkang biji
Rumput teki	<i>Cyperus rotundus</i>	Akar
Kunyit	<i>Curcuma longa</i>	rimpang

Berbagai temuan teknologi pengendalian layu bakteri tersebut di atas yang paling mudah diadopsi petani kacang tanah adalah penanaman varietas tahan penyakit, penggunaan benih sehat, dan pengelolaan lahan agar tidak kondusif bagi perkembangan

penyakit. Pada umumnya dalam penerapan suatu teknologi, selain mempertimbangkan faktor efektif dan efisien juga dipertimbangkan faktor bioekologi patogen sehingga teknologi yang dipilih tersebut layak dan mendukung keberhasilan pengendalian penyakit. Priou *et al.* (2011) menyatakan bahwa dalam kasus layu bakteri pada kentang, penetapan teknologi pengendalian yang layak diterapkan dapat dilakukan melalui pendekatan nilai skor yang menyatakan status suatu teknologi. Lebih lanjut dinyatakan bahwa skor *R. solanacearum* ras 1 berbeda dengan skor untuk ras 3. Komponen teknologi dengan nilai skor rendah (skor = 1) diartikan sebagai teknologi yang belum berkembang dan tidak layak diterapkan, sedangkan skor 7 menunjukkan teknologi prioritas dan harus diterapkan (Tabel 10).

Tabel 10. Komponen teknologi pengendalian penyakit layu *R. solanacearum*

No.	Komponen teknologi	Nilai skor		Keterangan
		Ras1	Ras 3	
1.	Benih sehat	7	7	7 = teknologi prioritas
2.	Ketahanan varietas	2	4	1 = belum berkembang
3.	Tanah bebas bakteri	7	7	
4.	Lahan supresif	2	2	
5.	Rotasi dengan bukan inang	3	5	
6.	Penyiangan gulma	2	2	
7.	Melenyapkan residu setelah panen	3	3	
8.	Roguing (tanaman layu & perintis)	3	4	
9.	Cegah kontaminasi pada peralatan	1	2	
10.	Solarisasi setelah olah tanah	3	1	

Sumber: Priou *et al.* (2011).

Uraian tersebut di atas mengindikasikan bahwa aneka komponen teknologi pengendalian tersebut potensial diterapkan secara tunggal, namun penerapannya secara terpadu akan lebih baik dalam menekan layu bakteri.

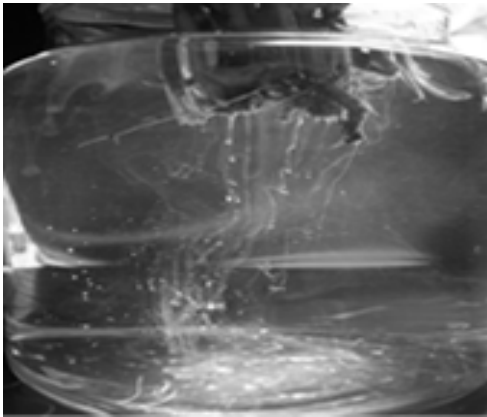
METODE DIAGNOSIS PENYAKIT

Penyakit layu bakteri dapat dideteksi secara cepat di lapangan, dan bakteri dapat dibiakkan dalam media buatan/dikulturkan menggunakan bahan dan peralatan sederhana dengan metode konvensional.

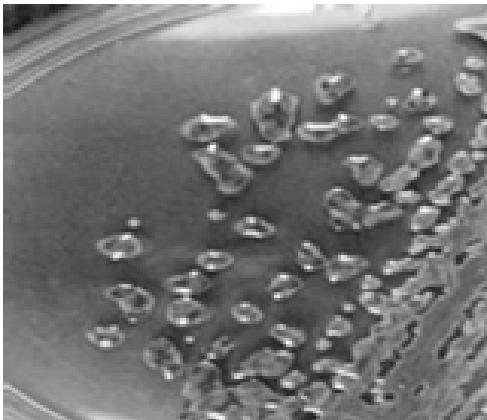
Deteksi Konvensional

Bakteri keberadaannya dalam jaringan tanaman sakit dapat dideteksi secara cepat dengan cara mengamati lendir bakteri yang dapat diekstrak dari tanaman sakit. Kacang tanah bergejala layu lebih dahulu dicabut, dicuci bersih dan dibuat sedikit irisan di bagian pangkal batangnya. Bagian batang yang telah teriris selanjutnya direndam dalam air steril dalam gelas atau tabung reaksi selama beberapa menit. Bakteri layu bersifat larut dalam air sehingga dalam waktu beberapa menit massa bakteri akan merembes keluar dari permukaan irisan dan nampak mirip kabut putih. Cara tersebut sangat sederhana, praktis dan mudah dilakukan di lapangan. Massa bakteri berasal dari kacang tanah tersebut biasanya dikulturkan pada media spesifik TZCA (Tetrazolium Chloride Agar) untuk keperluan analisis lebih lanjut (Prasada Rao *et al.* 2000, Anitha *et al.* 2004). Dengan menggunakan media tersebut isolat *R. solanacearum* patogenik dan non-patogenik, dapat dengan

mudah dibedakan secara visual berdasarkan warna koloninya. Isolat non-patogenik akan berwarna merah menyala sedangkan koloni bakteri patogenik berwarna merah muda dengan tepi koloni berwarna putih mengkilat.



A. Massa bakteri larut dalam air



B. Koloni bakteri pada media TZCA

- Pangkal batang kacang tanah sakit dipotong, lalu sebagian ujungnya direndam dalam air jernih dan diupayakan posisi batang tetap tegak.
- Setelah 5–10 menit akan nampak massa bakteri yang keluar dari permukaan irisan, bentuk rembesannya memanjang seperti benang berwarna putih susu.
- Diagnosis cepat sangat berguna untuk membedakan antara layu yang disebabkan bakteri, dengan layu akibat serangan OPT lainnya misalnya oleh jamur ataupun kerusakan mekanis oleh hama.
- Koloni *R. solanacearum* isolat virulen pada media PDA+TZC (Potato Dextrose Agar + Tetrazolium Chloride) memiliki karakter koloni kecil, berwarna merah muda

Gambar 5. Deteksi cepat melalui perendaman dalam air jernih (A), dan koloni isolat *R. solanacearum* pada media agar-agar (B).

Reaksi Ensimatis

Metode ensimatis yang sering digunakan untuk deteksi bakteri dalam biji adalah dengan analisis NCM-ELISA (*enzyme linked immunosorbent assay on nitrocellulose membrane*). Sedangkan deteksi bakteri dalam contoh tanah digunakan analisis DAS ELISA (*double-antibody sandwich ELISA*). Peralatan untuk kedua metode tersebut telah tersedia dan diperdagangkan luas di seluruh dunia.

Reaksi Polymerase Berantai

Polymerase Chain Reaction (PCR) atau reaksi polymerase berantai merupakan cara deteksi berbasis molekuler berdasarkan profil asam deoksiribo nukleat (DNA) bakteri. Teknik ini mampu mendeteksi isolat patogen termasuk bakteri secara cepat dan akurat (Firrao dan Locci 1994). Reaksi PCR membutuhkan primer protein spesifik dan sepe-

rangkat mesin yang berperan untuk mengamplifikasi atau penggandaan fragmen DNA dari sejumlah kecil sampel atau preparat. Untuk deteksi *R. solanacearum* biasanya digunakan primer oligonukleotida yang bersifat spesifik spesies dari sekuen gen 16S rRNA bakteri tersebut (Seal *et al.* 1993). Hasil penelitian Suryadi *et al.* (2000) menunjukkan bahwa pengujian dengan primer DNA (Oli/Y2) yang bersifat spesifik spesies *R. solanacearum*, bermanfaat untuk deteksi bakteri yang terkandung dalam beberapa jenis sampel seperti preparat murni DNA, suspensi biakan murni bakteri, maupun dari ekstrak jaringan kacang tanah terserang layu. Keuntungan pada metode PCR adalah merupakan metode cepat, memiliki akurasi tinggi, dan sesuai untuk deteksi infeksi laten dalam biji dan sampel tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh petugas karantina ataupun sertifikasi benih. Dibandingkan dengan teknik konvensional, teknik reaksi polimerase berantai hanya memerlukan waktu sekitar 5 jam mulai tahap persiapan sampel hingga pengujian dengan mesin PCR, oleh karena itu metode molekuler ini sangat efektif untuk sampel dalam jumlah yang banyak.

PENUTUP

Layu *R. solanacearum* merupakan penyakit yang mendunia, penyebarannya meliputi seluruh dunia baik wilayah tropis maupun sub tropis dan menjadi kendala serius di negara produsen kacang tanah dunia. Kerugian hasil kacang tanah akibat penyakit layu bervariasi antara 10–30%, bahkan pada varietas rentan yang terserang parah kerugiannya mencapai 60%. Bakteri layu memiliki beragam strain dari strain ganas hingga lemah, memiliki kisaran tanaman inang sangat luas, dan penyakit mudah menyebar melalui beberapa media seperti tanah, air, dan benih. Mengingat *R. solanacearum* merupakan patogen yang terdiri atas beragam strain dan sejauh ini belum dilakukan pengendalian secara serius oleh petani, maka beberapa komponen pengendalian alternatif seperti penggunaan varietas tahan, pemilihan lahan bebas penyakit (non infeksi), pergiliran tanaman dengan jenis bukan inang, penggunaan benih sehat, pengendalian hayati, pestisida nabati potensial sebagai bakterisida, dan pengendalian kimiawi dengan antibiotik sangat potensial diterapkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi EM, Supriadi, D Febriyanti, dan N Karyani. 1998. Patogenisitas tiga isolat *Ralstonia solanacearum* pada tiga tipe kencur. Prosiding seminar nasional IV PFI komisariat Jateng dan DIY, Surakarta. hlm. 421–425.
- Adhikari, T.B. and R.C. Basnyat. 1998. Effect of crop rotation and cultivar resistance on bacterial wilt of tomato in Nepal. *Can. J. Plant Pathol.* 20:283–287.
- Agarwal, V.K. and James, B. Sinclair. 1997. *Principles of Seed Pathology*. (2nd ed.) Lewis Publ. 539 pp.
- Anitha, K., S.K. Chakrabarty, A.G. Girish, R.D.V.J. Prasada Rao, and K.S. Varaprasad. 2004. Detection of bacterial wilt infection in imported groundnut germplasm. *Indian J. of Plant Protection* 32:147–148.
- Anitha, K., G.A. Gunjotikar, S.K. Chakrabarty, S.D. Singh, B. Sarath Babu, R.D.V.J. Prasada Rao and K.S. Varaprasad. 2003. Interception of bacterial wilt, *Burkholderia solanacearum* in groundnut germplasm imported from Australia. *J. of Oilseeds Res.* 20:101–104.
- Anwar, A. 2000. Sertifikasi Benih Tanaman Hasil Kultur Jaringan dan Rekayasa Genetik. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.

- Arwiyanto, T. dan I. Hartana. 2001. Percobaan lapangan pengendalian hayati penyakit layu bakteri tembakau (*Ralstonia solanacearum*). *Mediagama* 3:7–14.
- Asman A, MA Esther, dan D Sitepu. 1998. Penyakit layu, budok, dan penyakit lainnya serta strategi pengendaliannya. Monograf Nilam. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Hlm. 84–88.
- Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian. 2008. Layanan pengujian. Jakarta. www.bbuskp.web.id/index.php?link=kt3 (diakses 22 Maret 2012).
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2008. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi, Malang. 171 hlm.
- Boshou, L. 1999. Groundnut Bacterial Wilt Working Group (GBWWG). Oil Crops Res. Institute (OCRI), China. News Sheet. No. 2. 11pp.
- Denny, E.P. and A.C. Hayward. 2001. *Ralstonia solanacearum*. In: Schaad NW, JB Jones, and W Chun (eds.) 3rd Eds. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. APS Press, St. Paul, Minnesota. pp:151–173.
- Denny, T. 2000. *Ralstonia solanacearum* –a plant pathogen in touch with its host. *Trends Microbiology* 11:486–489.
- Denny, T.P. 2006. Plant pathogenic *Ralstonia* species. In: Gnanamanickam SS. (ed.). Plant-associated bacteria. Springer Publ. The Netherlands. p:573–644.
- Doan, T.T., and T.H. Nguyen. 2006. Status of research on biological control of tomato and groundnut bacterial wilt in Vietnam. In: Zeller W, and C Ullrich (eds.). Proc. of First Internat. Symp. on Biological Control of Bacterial Plant Diseases. Germany, 2005. p:105–111.
- Elphinstone, J.G. 2005. The current bacterial wilt situation: a global overview. In: Allen C, P. Prior, and A.C. Hayward. (eds.). Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. St. Paul Minnesota. APS Press. 9pp.
- EPPO. 2004. EPPO standards PM 7/21. Diagnostic protocols for regulated pests: *Ralstonia solanacearum*. EPPO (European Plant Protection Organization) Bulletin 34:173–178.
- EPPO/CABI. 2006. Distribution maps of plant diseases: *Ralstonia solanacearum* (2003–2006). <http://www.cabi.org/DMPD>.
- Firrao, G. and R. Locci. 1994. Identification of *Clavibacter michiganensis* subs. *epedonicus* using the PCR. *Canadian J. Microbiology* 40:148–151.
- Guenther, E. 1990. Minyak Atsiri. Jilid IVB (Penerjemah: S. Ketaren). Universitas Indonesia. Jakarta. Hal: 480 – 494.
- Guo, J.H., H.Y. Qi, Y.H. Guo, H.L. Ge, L.Y. Gong, L.X. Zhang, and P.H. Sun. 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Biological Control*, 29:66–72.
- Hayward, A.C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *P. solanacearum*. *Ann. Rev. Phytopath.* 29:67–87.
- Hayward, A.C. 1995. Phenotypic methods for the differentiation of *Pseudomonas solanacearum*: Biovars and supplementary observations. In: V.K. Mehan and McDonald (eds.). Techniques for diagnosis of *P. solanacearum* and for resistance screening against groundnut bacterial wilt. ICRISAT Tech. Manual No. 1:27–35.
- Hayward, A.C. 2000. *Ralstonia solanacearum*. In: Lederberg, J. (Ed.). Encyclopedia of Microbiology. (2nd ed.), Acad. Press. Pp:32–42.
- Hidayah, N., dan Djajadi. 2009. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi perkembangan patogen tular tanah pada tanaman tembakau. *Perspektif*. 8(2):74–83.
- Horita, M., and K. Tsuchiya. 2001. Genetic diversity of Japanese strains of *Ralstonia Solanacearum*. *Phytopath.* 91:399–407.
- Huang, Q., and C. Allen. 2000. Polygalacturonases are required for rapid colonization and full virulence of *Ralstonia solanacearum* on tomato plants. *Physiology Molecular Plant Pathology*. 57:77–83.

- Kelman, A., G.L. Hartman, and A.C. Hayward. 1994. Introduction. In: A.C. Hayward and G.L. Hartman (eds.). Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas Solanacearum*. CAB International, United Kingdom. p:1–7.
- Lagiman, S. Sastrosumarjo, W.E.K. Yudiwanti, dan M. Machmud. 2000. Kajian genetic ketahanan layu bakteri pada kacang tanah zuriat dari persilangan varietas Kelinci dan Gajah. *Agrivet* 4(2):94–102.
- Lemaga, B., R. Kakuhenzire, B. Kassa, P.T. Ewell, and S. Priou. 2004. Integrated control of potato bacterial wilt in Eastern Africa: The experience of African highlands initiative. In: Allen, C., P. Prior, and A.C. Hayward. (eds.). Rate of *Ralstonia solanacearum* biovar 2 as affected by conditions and soil treatments in temperate climate zones. The Am. Phytopath. Soc. Minnesota, USA. Pp.145–157.
- Lemessa, F., and W. Zeller. 2007. Screening rhizobacteria for biological control of *Ralstonia solanacearum* in Ethiopia. *Biological Control* 42:336–344.
- Lin, Y.W. 1990. A review of bacterial wilt on groundnut in Guangdong Province, Peoples Republic of China. In: KJ Middleton. and AC Hayward (Eds.). Bacterial wilt of groundnut. ACIAR Proc. No.31:48–51.
- Lopez, M.M., and E.G. Biosca. 2004. Potato bacterial wilt management: new prospects for an old problem. In: Allen C, Prior P, and Hayward AC (eds.). Bacterial wilt disease and the *Ralstonia* species complex. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. pp.205–224.
- Machmud, M. 1993. Present status of groundnut bacterial wilt research in Indonesia. In: Groundnut Bacterial Wilt. Proc. of the 2nd Working Group Meeting. ICRISAT, India. p:15–25.
- Machmud, M. 1991. Genetic and cultural control of peanut bacterial wilt *dalam* G.C. Wright and K.J. Middleton (Ed.). Peanut Improvement A case study in Indonesia. ACIAR Proc. No.40:19–25.
- Mehan, V.K., and D. McDonald. 1994. Groundnut bacterial wilt in Asia. Proceedings of the third working group meeting in Wuhan China. ICRISAT India. 153pp.
- Mulya, K., Supriyadi, E.M. Adhi, S. Rahayuningsih, dan N. Karyani. 2000. Potensi bakteri antagonis dalam menekan perkembangan penyakit layu bakteri jahe. *J. Penelitian Tanaman Industri* 6(2):37–43.
- Nasrun, S. Christanti, T. Arwiyanto, dan I. Mariska. 2005. Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan pseudomonad fluoresen. *J. Penelitian Tanaman Industri* 11(1):19–24.
- Nasrun, S. Christanti, T. Arwiyanto, dan I. Mariska. 2007. Karakteristik fisiologis *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri nilam. *Jurnal Litri*. 13(2):43–48.
- Nugrahaeni, N, M. Rahayu, dan J. Purnomo. 2002. Penyakit layu bakteri *Ralstonia Solanacearum* pada kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) dan strategi pengendaliannya. hlm. 154–159. *Dalam*: R. Mudjisihono, M. Faturachim, Mashudi, NK. Wardhani, A. Musofi, AM. Sudihardjo, G. Supangkat, dan W. Sudana (Penyunting). Pros. Seminar Nasional Inovasi Teknologi dalam Mendukung Agribisnis. BPTP Yogyakarta-Fak Pertanian Univ. Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nugrahaeni, N. 2011. Pemuliaan kacang tanah untuk ketahanan terhadap layu bakteri *Ralstonia* di Indonesia. *Bul. Palawija*. No. 21:1–12.
- Parrot, N. and F. Kalibwani. 2004. Organic agriculture in the continents, Africa. In: Willer H and Yussefi M. (eds.) The world of organic agriculture statistics and emerging trends. p:55–68.
- Pradhanang, P.M., M.T. Momol, S.M. Olson, and J.B. Jones. 2005. Management of bacterial wilt in tomato with essential oils and systemic acquired resistance inducers. In: C Allen, P Priou, and AC Hayward (eds.) Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. APS Press, Minnesota. USA. p:113–138.
- Prasada Rao, R.D.V.J., G.A. Gunjotikar, S.K. Chakrabarty, K.S. Varaprasad, S.D. Singh and P.J. Bramel-Cox. 2000. Detection of *Ralstonia solanacearum* in seeds of wild *Arachis spp.*

- imported from Brazil. *Indian J. of Plant Protection* 28:51–56.
- Priou, S., P. Aley, E. Chujoy, B. Lemaga, and E.R. French. 2011. Integrated control of bacterial wilt of potato. www.fao.org/sd/erp/toolkit/BOOKS/integrated_control_of_bacterial_wilt. Diakses 19 Januari 2011. 30p.
- Rahaju, M. 2004. Efektivitas beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit tular tanah pada kacang tanah. Laporan Teknis Hasil Penelitian Balitkabi. Malang. 15 hlm.
- Rahayu, M. 2012. Penyakit layu *Ralstonia solanacearum* pada kacang tanah dan strategi pengendalian ramah lingkungan. *Bul. Palawija*. 24:49–98.
- Rais, S.A., T.S. Silitonga, S.G. Budiarti, N. Zuraida, dan M. Sudjadi. 2001. Evaluasi ketahanan plasma nutfah tanaman pangan terhadap cekaman beberapa faktor biotik (hama dan penyakit). Prosiding seminar hasil penelitian rintisan dan bioteknologi tanaman. Hlm. 163–174.
- Saile, E., J.A. McGarvey, M.A. Schell, and T.P. Denny. 1997. Role of extracellular polysaccharide and endoglucanase in root invasion and colonization of tomato plants by *Ralstonia solanacearum*. *Phytopathology*. 87:1264–1271.
- Schonfeld, J., A. Gelsomino, L.S. van Overbeek, A. Gorissen, K. Smalla, and van J.D. Elsas. 2003. Effects of compost addition and simulated solarisation on the fate of *Ralstonia solanacearum* biovar 2 and indigenous bacteria in soil. *FMES Microbiological Ecology* 43:63–74.
- Seal, S.E., L.A. Jackson, and M.J. Daniels. 1993. Development of molecular diagnostic techniques for detection of *Pseudomonas solanacearum* and identification of subgroups within this species. *Asian Centre for International Agricultural Res. (ACIAR) Proc.* 45:97–105.
- Semangun, H. 1996. Pengantar ilmu penyakit tumbuhan. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta, 754 hlm.
- Shekawat, G.S., S.K. Chakrabarty, V. Kishore, V. Sunaina, and A.V. Gadewar. 1993. Possibilities of biological management of potato bacterial wilt with strains of *Bacillus* sp., *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* and *Actinomycetes*. In: Hartman GL and AC Hayward (eds.). *Bacterial wilt*. ACIAR Proc. No. 45:327–330.
- Supriadi, dan E. Hadipoentiyanti. 2000. Manfaat *Ocimum* spp. dan kendala penyakit layu bakteri. Prosiding forum komunikasi ilmiah pemanfaatan pestisida nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. Hlm. 432–439.
- Supriadi, K. Mulya, and D. Sitepu. 2001. Bacterial wilt disease of woody trees caused by *Ralstonia solanacearum*: A review. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 20(3):106–111.
- Supriadi, K. Mulya, and D. Sitepu. 2000. Strategy for controlling wilt disease of ginger caused by *Pseudomonas solanacearum*. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 19(3):106–111.
- Supriadi. 1999. Karakterisasi kultur dan patogenisitas isolat *Pseudomonas celebensis* penyebab penyakit darah pada tanaman pisang. *J. Hortikultura* 9(2):129–136.
- Supriadi. 2011. Penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*): dampak, bioekologi, dan peranan teknologi pengendaliannya. *Pengembangan inovasi pertanian* 4(4):279–293.
- Suryadi, Y., dan M. Machmud. 2002. Keragaman genetik strain *Ralstonia solanacearum* berdasarkan karakterisasi menggunakan teknik berbasis asam nukleat. *Bul. AgriBio* 5(2):59–66.
- Suryadi, Y., dan Sri A. Rais. 2009. Respon beberapa genotipe kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) di rumah kaca. *Bul. Plasma Nutfah* 15(1):20–26.
- Suryadi, Y., M. Machmud dan M.A. Suhendar. 2000. Pendeteksian bakteri *Ralstonia solanacearum*, Yabuuchi *et al.* 1995 menggunakan teknik reaksi polimerase berantai dan perbedaan strain menggunakan teknik hibridisasi DNA. *Berita Biologi* 5(1):1–12.
- Tahat, M., and K. Sijam. 2010. *Ralstonia solanacearum*: The bacterial wilt causal agent. *Asian J. of Plant Sciences* 9(7):385–393.

- Tan, Y.J., N.X. Duan, B.S. Liao, Z.Y. Xu, L.Y. He, and G.R. Zheng. 1994. Status of groundnut bacterial wilt research in China. *In*: Mehan VK and D McDonald (eds.). Groundnut bacterial wilt in Asia. Proc. of the third working group meeting in Wuhan China. ICRISAT India. p: 107–113.
- Tans-Kersten J., H. Huang, and C. Allen. 2001. *Ralstonia solanacearum* needs motility for invasive virulence on tomato. *J. Bacteriology*. 183(12):3597–3605.
- Trigalet, A., P. Frey, and D. Trigalet-Demery. 1998. Biological control of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*: state of the art and understanding. *In*: Hayward AC and Hartman GL (eds.). Biological wilt: the disease and its causative agent *Pseudomonas solanacearum*. CAB Internat. UK p:225–233.
- van-Bruggen, A.H.C. and A.J. Termorshuizen. 2003. Integrated approaches to root disease management in organic farming systems. *Australian Plant Pathol* 32:141–156.
- Vasse, J., P. Frey, and A. Trigalet. 1995. Microscopic studies of intercellular infection and protoxylem invasion of tomato roots by *Pseudomonas solanacearum*. *Molecular Plant-Microbe Interaction*. 8:241–251.
- Vudhivanich, S. 2003. Potential of some herbal extracts for inhabiting growth of *Ralstonia solanacearum*, the causal agent of bacterial wilt of tomato. *Kamphaengsaen Acad J*. 1(2):70–76.
- Wuryandari, Y. 2004. Formulasi pil-benih tembakau dengan *Pseudomonas putida* strain Pf-20 untuk pengendalian biologi penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*). Disertasi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Tidak dipublikasi. 120 hlm.
- Yabuuchi, E., Y. Kosako, L. Yano, H. Hotta, and Y. Nishiuchi. 1995. Transfer of two *Bulkhoderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: Proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni, and Doudoroff 1973) comb. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. nov. *Microbiol. Immunology*. 39:897–904.
- Yulianti, T., dan Supriadi. 2008. Biofumigan untuk pengendalian patogen tular tanah penyebab penyakit tanaman yang ramah lingkungan. *Perspektif* 7(1):20–34.
- Yuyun, T., and L. Boshou. 1990. General aspect of groundnut bacterial wilt in China. *dalam* K.J. Middleton and A.C. Hayward (Ed.). Bacterial wilt of groundnut. ACIAR 31:44–47.
- Zeng, D.F., Yj. Tan, and Z.Y. Xu. 1994. Survival of *Pseudomonas solanacearum* in peanut seeds. *Bacterial Wilt Newsletter* No. 10:8–9.
- Zhang, Y., J. Hua, and L. He. 1993. Effect of infected groundnut seeds on transmission of *Pseudomonas solanacearum*. *In* A.C. Hayward (Ed.). Bacterial Wilt Newsletter. ACIAR 9:9–10.

PENYAKIT VIRUS PADA KACANG TANAH DAN UPAYA PENGENDALIANNYA

Nasir Saleh¹⁾ dan Yuliantoro Baliadi²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, ²⁾Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

PENDAHULUAN

Di Indonesia kacang tanah merupakan komoditas kacang-kacangan penting ke dua setelah kedelai. Pada saat ini total produksi kacang tanah mencapai lebih kurang 709 ribu ton, yang dihasilkan dari luas panen 562 ribu ha, dan produktivitas 1,26 t/ha (Kementerian Pertanian 2012). Rata-rata hasil tersebut lebih rendah dibanding potensi hasil beberapa varietas kacang tanah yang dapat mencapai 2,5–3,0 t/ha polong kering. Salah satu penyebab rendahnya hasil kacang tanah adalah adanya serangan penyakit virus.

Hingga saat ini dari sekitar 31 jenis virus yang meliputi 14 genera yang dilaporkan secara alami menginfeksi kacang tanah, tujuh di antaranya telah diidentifikasi di Indonesia. Meskipun data kehilangan hasil kacang tanah akibat infeksi virus belum terdokumentasi dengan baik, namun diperkirakan bervariasi antara 10–50%, tergantung jenis dan strain virus, umur tanaman saat terinfeksi, tingkat ketahanan varietas yang terinfeksi dan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, perkembangan serangga vektor dan perkembangan epidemi penyakit virus.

Dalam makalah ini dibahas karakteristik virus tanaman, khususnya virus yang menyerang tanaman kacang tanah (penyebab, gejala, penularan), arti penting, epidemi dan pengendaliannya.

KARAKTERISTIK DAN TATA NAMA VIRUS TUMBUHAN

Virus tumbuhan sebenarnya merupakan sebuah molekul makro sederhana (ukurannya antara 20–1000 nm), yang bersifat pasif saat memasuki sel-sel tanaman inang yang diinfeksi. Virus terdiri dari asam ribonukleat (*Ribo nucleic acid*=RNA) atau asam dioksiribonukleat (*dioxy ribo nucleic acid*=DNA), terselubung oleh mantel protein atau lipoprotein (Bos 1990).

Definisi virus itu sendiri mengalami perubahan yang sangat cepat sejalan dengan perubahan teknologi deteksi dan identifikasi virus secara biomolekuler, kimiawi dan fisik. Definisi umum virus adalah suatu parasit yang dapat ditularkan, yang berat genom asam nukleatnya kurang dari 3×10^8 daltons dan membutuhkan ribosom dan komponen lain sel-sel inangnya untuk berkembang biak. Virus bersifat parasit obligat sehingga hanya dapat hidup dan berkembang dalam sel-sel yang hidup. Bentuk zarah virus tanaman bermacam-macam antara lain berbentuk bola (*isometric*), batang, batang lentur, benang, seperti peluru dan bentuk kembar (Gemini).

Virus tumbuhan tidak mengandung suatu enzim, toksin atau zat lain seperti pada patogen lain yang terlibat dalam patogenisitas dan menyebabkan berbagai macam gejala pada tanaman inang. Infeksi terjadi bila sintesis virus berlangsung sempurna. Gejala tanaman kacang tanah yang terinfeksi virus umumnya berupa belang, belang samar, kerupuk, keriting, kekuningan, nekrotik, kematian pucuk dan lain-lain. Infeksi virus bersifat sistemik sehingga virus tersebar ke seluruh bagian tanaman.

Tata nama untuk virus masih terus berkembang. Para peneliti penyakit tumbuhan memberi nama virus berdasar nama tanaman inangnya di mana virus itu didapatkan dan

gejala yang terlihat dengan jelas, misalnya virus belang kacang tanah (*Peanut mottle virus*, PMoV). Semula virus diduga sebagai suatu wujud yang stabil dan setiap penyakit dianggap disebabkan oleh virus yang berbeda. Tetapi penelitian lebih lanjut diketahui bahwa: (1) Virus dapat terdiri dari berbagai strain yang dapat menimbulkan gejala yang sangat berbeda pada tumbuhan inang yang sama; (2) virus yang berbeda (spesies kolektifnya) dapat menimbulkan gejala yang sama pada tumbuhan inang yang sama, dan (3) beberapa penyakit dapat ditimbulkan oleh campuran virus yang tidak ada hubungannya satu sama lain. Tata nama terakhir yang diajukan adalah model kriptogram yang terdiri empat pasang simbol dan mengandung dua sistem meliputi nama biasa dan mengandung informasi sifat virus.

Pasangan pertama adalah tipe asam nukleat/rantai (*strandedness*), R=asam ribonukleat (RNA), D=asam deoksi ribonukleat (DNA). Simbol tipe untaian 1= untaian tunggal (*single strand*), 2=untaian ganda (*double strand*).

Pasangan ke dua adalah Berat molekul asam nukleat (dalam jutaan)/persentase asam nukleat dalam zarah infeksi. Terminologi tersebut menunjukkan komposisi dari zarah virus infeksi. Genom beberapa virus ada yang terbagi. Apabila terdapat beberapa potongan genom yang berbeda bersama dalam satu bentuk zarah virus, simbol tersebut menunjukkan total berat molekul dari potongan-potongan tersebut dalam zarah virus (contoh: *Clover wound tumor virus* = R/2: 16/22: S/S: S.1/Au), tetapi apabila potongan genom terdapat pada zarah yang berbeda, komposisi dari setiap zarah ditulis secara terpisah (contoh: *Tobacco rattle virus* = R/1: 2.3/5 + 0.6 -1.3/5: E/E: S/Ne).

Pasangan ke tiga adalah bentuk zarah virus/bentuk nukleokapsid (asam nukleat plus mantel protein yang melekat pada zarah virus). Simbol S= spherical, E= memanjang paralel, ujungnya tidak membulat (*rounded*), U= memanjang paralel, ujung membulat, X= kompleks atau tidak seperti yang dicirikan di atas.

Pasangan keempat adalah macam tanaman inang/macam penular (vektor). A=alga, B=bakteria, F=fungus (jamur), I=invertebrata, M=mikoplasma, P=pteridopyta, S=tumbuhan berbiji, V=vertebrata. Macam vektor Ac=tungau dan tick (Acarina, Arachnida), Al=kutu kebul (Aleurodidae, Hemiptera), Ap=aphid (Aphididae, Hemiptera), Au=wereng daun, wereng batang (Auchenorrhyncha, Hemiptera), Cc=mealybug (Coccidae, Hemiptera), Cl=kumbang (Coleoptera), Di=lalat, nyamuk (Diptera), Fu=jamur (fungus) (Plasmodiophorales, Chytridiales), Gy= mirid, piesmid atau tingid bug (Gymnocerrata, Hemiptera), Ne= nematoda, Ps=psylla (Psyllidae, Hemiptera), Si=flea (Siphonaptera), Th=thrip (Thysanoptera), Ve=vektor diketahui, tetapi tidak termasuk yang telah disebutkan, O=tersebar tanpa vektor, melalui lingkungan yang terkontaminasi.

Untuk semua simbol *= karakter virus tidak diketahui. Sebagai contoh PMoV tata nama yang digunakan adalah: R/*: */*: E/E: S/C,Ve/Ap artinya zarah PMoV, terdiri dari RNA, bentuk zarah dan nukleokapsid memanjang, tanaman inang tumbuhan berbiji, dan vektornya aphid.

PENYAKIT VIRUS TANAMAN KACANG TANAH DI INDONESIA

Rutgers adalah orang yang pertama kali melaporkan adanya penyakit virus pada kacang tanah di Indonesia pada tahun 1913. Penyakit tersebut ditemukan di Jawa Timur dan dinamakan *Krulziekte* atau *leafcurl disease* berdasarkan atas tipe gejala yang muncul. Peneliti berikutnya yaitu Thung (1947), Bergman (1956), Bos (1957) semuanya meneliti pada tipe gejala penyakit sapu dan menamakan penyakit tersebut *witche's broom* yang

pada awalnya diduga disebabkan oleh virus, namun akhirnya diketahui disebabkan oleh organisme mirip mikoplasma (*Mycoplasma like organism*=MLO). Thung pada tahun 1947 melaporkan penyakit mosaik kacang tanah dan berdasarkan tipe gejalanya dibedakan atas tiga macam yaitu: mosaik I, mosaik II, dan mosaik III. Bergman pada tahun 1956 melanjutkan penelitian tersebut, dan kurang sependapat pada pembagian tipe mosaik I, dan membedakan lagi menjadi mosaik IA, IB dan IC.

Thung dan Hadiwijaya (1953) melaporkan penyakit lainnya yaitu penyakit kerupuk. Identifikasi tentang penyebab penyakit lebih banyak berdasarkan atas studi gejala dan penularan. Pada tahun 1975, Triharso mengidentifikasi dengan cara yang lebih baik dan terinci, dan mengemukakan hasilnya secara lebih jelas ialah virus mosaik, belang, sapu, kerupuk, dan keriting. Pada tahun 1978-an melalui kerjasama Pemerintah Indonesia dengan Jepang yang dilaksanakan oleh Japan International Cooperative Agency (JICA) telah diidentifikasi beberapa penyakit virus penting pada tanaman kacang-kacangan, termasuk *Peanut Mottle virus* (PMoV) pada kacang tanah. Berikutnya berturut-turut diidentifikasi penyakit virus tunas nekrosis (*bud necrotic*) yang disebabkan oleh *Peanut bud necrosis virus* (PBNV), dan penyakit virus belang samar (*mild mottle*) yang disebabkan oleh *Cowpea mild mottle virus* (CMMV).

Tabel 1. Penyakit-penyakit virus tanaman kacang tanah di Indonesia

No	Nama	Penyebab	Referensi
1.	Penyakit virus kerupuk	Peanut crinkle virus	Rutgers 1913; Triharso 1975
2.	Penyakit virus mosaik	Peanut mosaic virus	Thung 1947; Triharso 1975
3.	Penyakit virus keriting	Rugose leaf curl virus	Triharso 1975
4.	Penyakit virus belang	Groundnut mottle virus	Triharso 1975; Roechan <i>et al.</i> 1978
5.	Penyakit virus nekrosis pucuk	Peanut bud necrosis virus	Harjosudarmo dan Saleh 1985
6.	Penyakit virus bilur	Peanut stripe virus	Saleh dan Tantera 1988.
7.	Penyakit virus belang samar	Cowpea mild mottle virus	Iizuka <i>et al.</i> 1984; Saleh <i>et al.</i> 1989

Hingga saat ini paling sedikit diketahui tujuh penyakit kacang tanah yang disebabkan oleh virus yaitu: penyakit mosaik disebabkan oleh *Peanut mosaic virus* (PMV), penyakit kerupuk disebabkan oleh *Peanut crinkle virus* (PCV), penyakit keriting (*Rugose virus*), penyakit virus belang yang disebabkan oleh *Peanut mottle virus* (PMoV), penyakit nekrosis tunas oleh *Peanut Bud Necrosis virus* (PBNV), penyakit virus bilur disebabkan oleh *Peanut stripe virus* (PStV), dan penyakit virus belang samar yang disebabkan oleh *Cowpea mild mottle virus* (CMMV) (Tabel 1).

Penyakit Virus Kerupuk

Tidak begitu banyak ditemukan di pertanaman kacang tanah. Penyakit kerupuk (*leaf crinkle*) muncul tidak di setiap musim tanam. Kerugian hasil per tanaman dapat mencapai 65%. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa persentase tanaman terinfeksi kadang-kadang cukup tinggi dengan gejala tanaman terinfeksi berat.

Gejala. Tepi daun tanaman sakit menggulung ke atas. Pada sisi bawah tulang-tulang daun membengkak (*enation*) (Gambar 1). Daun berwarna lebih tua daripada biasa dan

terasa agak kaku. Batang tanaman bengkok-bengkok. Pertumbuhan ginofor terhambat sehingga pembentukan polong berkurang dan umumnya polong yang dihasilkan hampa, mempunyai dinding tebal dengan garis-garis nekrotis. Sel-sel epidermis dan palisade daun bentuk dan susunannya tidak teratur. Di dalam kloroplast terdapat fitoferitin dan butir-butir pati yang tidak biasa. Di dalam jaringan floem terdapat kristal (Triharso 1975).



Gambar 1. Gejala penyakit kerupuk (*leaf curl*) pada kacang tanah, tulang daun membengkok (*enation*).

Penyebab penyakit. Triharso (1975) dalam penelitiannya tidak berhasil menemukan zarah virus dan belum secara tuntas mengidentifikasi virus penyebab penyakit kerupuk pada kacang tanah. Dubern dan Dollet (1979) mengidentifikasi *Groundnut crinkle virus* (GCV) di Ivory Coast, termasuk kelompok virus CARLA. Partikel berbentuk batang lentur dengan panjang sekitar 650 nm, dan lebar 13 nm. Selain pada kacang tanah, virus secara alami juga diketahui menginfeksi *Centrosema pubescens* (Dubern 1981). Pada uji serologi, virus bereaksi positif dengan antiserum kelompok virus CARLA. Penyakit kerupuk (crinkle) pada kacang tanah di Indonesia tersebut tidak sama dengan *Groundnut crinkle virus* (GCV) di Ivory Coast.

Diagnosis. Patogen dapat menyebabkan gejala yang sama pada beberapa tanaman lain seperti *Crotalaria juncea* L. dan *C. usaramoensis* dengan menggunakan *Orosius argentatus* sebagai agen penular (Triharso 1975).

Penyakit Virus Mosaik

Dikaji pertama kali oleh Thung pada tahun 1947 dan Bergman pada tahun 1956. Penyakit ini tersebar di seluruh pulau Jawa. Tingkat infeksiya rendah. Pada awalnya penyakit ini oleh Thung dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan gejala yang muncul yaitu: penyakit mosaik I, penyakit mosaik II dan penyakit mosaik III. Namun Bergman tidak sependapat dan berdasarkan penelitiannya dikatakan yang mungkin ditularkan oleh virus hanyalah tipe mosaik I dan olehnya dibedakan atas tiga tipe yaitu: mosaik IA, mosaik IB dan mosaik IC.

Gejala. Tanaman yang terinfeksi terhambat pertumbuhannya, tulang-tulang daun menguning, anak-anak daun menyempit dan pucuk serta tepi daun menguning. Sedangkan bagian tengah daun masih berwarna hijau. Pertumbuhan polong sangat berkurang (Gambar 2)



Gambar 2. Gejala penyakit virus mosaik pada kacang tanah.

Penyebab penyakit Hingga saat ini belum teridentifikasi.

Diagnosis: Hingga saat ini baru diketahui dapat menginfeksi kacang tanah.

Penyakit virus Keriting

Penyakit keriting atau *rugose leaf curl* pada kacang tanah dilaporkan pertama kali pada tahun 1975 oleh Triharso. Sebarannya terbatas dan secara ekonomi kurang begitu penting.

Gejala. Tanaman sakit ujung daunnya meruncing, lebih tebal, ukurannya lebih kecil, bagian tengahnya berwarna lebih hijau, tetapi tepinya pucat. Permukaan daun tidak rata, tetapi tidak seperti pada penyakit kerupuk, tulang-tulang daunnya tidak menebal (Gambar 3). Sel-sel epidermis rusak. Di dalam sel-sel terdapat kristal yang merupakan ciri khas dari sel tumbuhan yang terserang virus. Di dalam sel-sel floem terdapat kalosa (Triharso 1975).

Penyebab penyakit. Virus penyebab penyakit belum diketahui.



Gambar 3. Gejala penyakit keriting (*rugose*) pada tanaman kacang tanah.

Penyakit Virus Belang

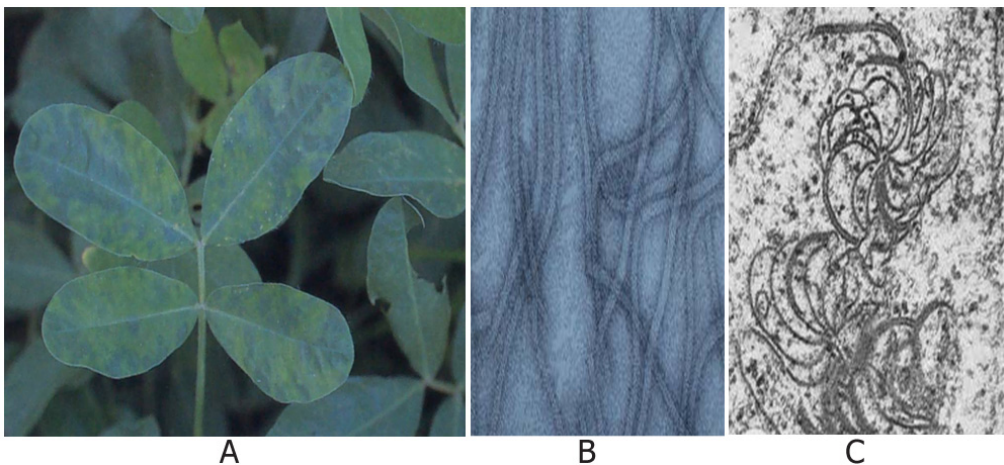
Penyakit virus belang ditemukan tersebar luas di sentra-sentra produksi kacang tanah di Amerika (Demski *et al.* 1975), India (Reddy *et al.* 1978), Sudan (Ahmed 1984), Indonesia maupun dunia. Di Indonesia penyakit ini pertama kali dilaporkan sekitar tahun 1970. Kerugian hasil yang diakibatkan sekitar 29,6%. Pada kultivar yang rentan kerugian hasil dapat mencapai 70%. Penyakit ini sudah tersebar luas dan potensi menurunkan hasil sangat tinggi, oleh karena itu secara ekonomis, penyakit belang dinyatakan sebagai penyakit yang penting.

Gejala. Pada helaian daun terdapat bentuk belang-belang yang tidak beraturan, berwarna hijau tua dan hijau muda. Ukuran daun tidak begitu berubah dibandingkan dengan daun sehat. Permukaan daun menjadi tidak rata dengan pinggir daun melengkung ke atas. Perbedaan tampak pada warna daun terinfeksi mengalami klorosis dan di lapangan akan nampak lebih kekuningan. Infeksi yang terjadi saat tanaman masih muda sering menyebabkan timbulnya gejala berupa belang dengan cincin-cincin klorosis (Gambar 4)

Penyebab penyakit. R/* */*:E/E:S/C,Ve/Ap. Triharso (1975) menyebutnya sebagai virus belang kacang tanah atau *Groundnut mottle virus* dengan kode GMV-y. Sedangkan peneliti lainnya menyebut *Peanut mottle virus* (PMoV)(Roechan *et al.* 1978). Zarah virus berbentuk batang lentur dengan panjang sekitar 750 nm dan lebar 13 μ m. Termasuk ke dalam kelompok virus POTY (potyvirus). Dalam sitoplasma sel-sel mesofil ditemukan adanya badan-badan inklusi berbentuk cakram (*pinwheel inclusion*), melingkar, berkeping-keping dan di dekatnya terdapat zarah-zarah virus tersebut.

Diagnosis. Lesio lokal berwarna merah kecoklatan dihasilkan pada daun *Phaseolus vulgaris* (kultivar Top Crop, Tendergreen atau Prince) yang diinokulasi secara mekanis. Sedangkan pada *Pisum sativum* virus menghasilkan gejala pada tulang-tulang daun dan diikuti dengan mosaik sistemik.

Antisera yang spesifik untuk PMoV telah tersedia. Secara serologi, PMoV berbeda dengan virus-virus POTY yang muncul secara alami pada kacang tanah, seperti *Peanut stripe virus*, *Peanut green mosaic* dan *Groundnut eyespot*.

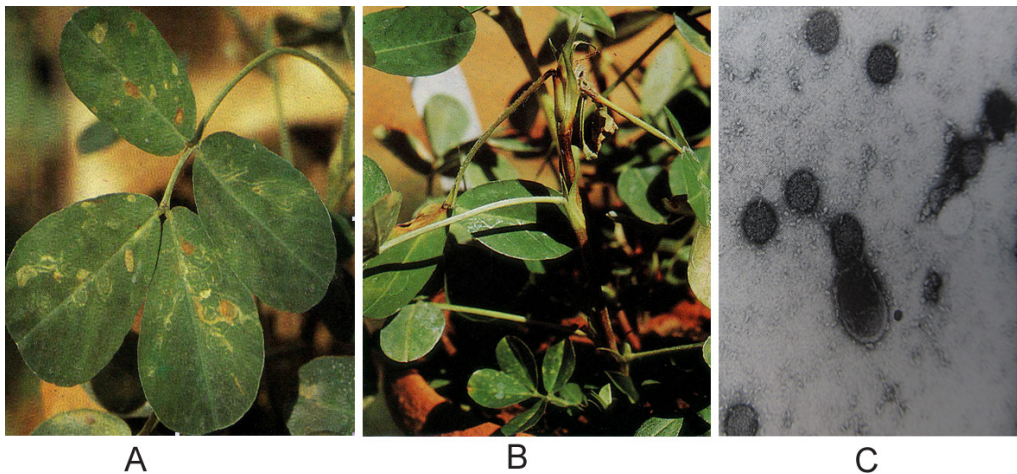


Gambar 4. A. Gejala belang, B. Zarah PmoV berbentuk benang lentur (13x800 nm), C. Badan inklusi berbentuk cakram.

Penyakit Virus Nekrosis Tunas

Di Indonesia, keberadaan penyakit virus dengan gejala nekrosis pada tunas diamati pada beberapa tanaman kacang tanah di Kebun Percobaan Cikemeuh, Bogor pada sekitar tahun 1985. Hasil pengamatan dengan mikroskop elektron pada preparat celupan daun (*leaf dipping*) dengan pengecatan 2% asam fosfotungstat (*phosphotungstic acid*) dan irisan ultra tipis jaringan daun tanaman sakit ditemukan zarah virus berbentuk isometrik dengan diameter sekitar 60–70 nm (Harjosudarmo dan Saleh 1985). Namun sayangnya, identifikasi virus secara lengkap hingga kini belum selesai dilakukan. Oleh karena itu informasi tentang keberadaan dan arti penting penyakit nekrotik tunas (*bud necrotic*) pada kacang tanah belum banyak diperoleh.

Di India, Nepal, China, Amerika Serikat dan Australia, penyakit nekrosis tunas (*bud necrotis*) yang disebabkan oleh *Peanut bud necrotic virus* (PBNV) mengakibatkan kerugian hasil yang serius (Reddy *et al.* 1991). Bila infeksi virus terjadi saat tanaman masih muda sering tanaman tidak menghasilkan biji. Virus tersebut pertama kali diidentifikasi tahun 1941 di Brasilia.



Gambar 5. A. Gejala infeksi PBNV pada daun kacang tanah, B. Gejala nekrosis pada pucuk tanaman, dan C Zarah PBNV.

Gejala. Gejala yang dihasilkan sangat bervariasi, tetapi gejala cincin klorotik selalu tampak pada daun terinfeksi. Tanaman yang terinfeksi awal mengerdil dan cabang-cabang dekat daun mengalami distorsi dan belang. Tanaman dewasa gejala kerdil tidak begitu tampak dan terjadi cabang-cabang proliferasi. Cincin klorotik dan belang pada daun muda sering muncul sekitar 40 hari setelah tanam. Pucuk/tunas nekrosis menyebar ke petiol dan batang dan sering mengakibatkan kematian (Gambar 5). Tanaman terinfeksi tidak menghasilkan polong, dan kalau terbentuk jumlah dan ukurannya lebih kecil. Biji terinfeksi menunjukkan gejala belang (Reddy *et al.* 1991).

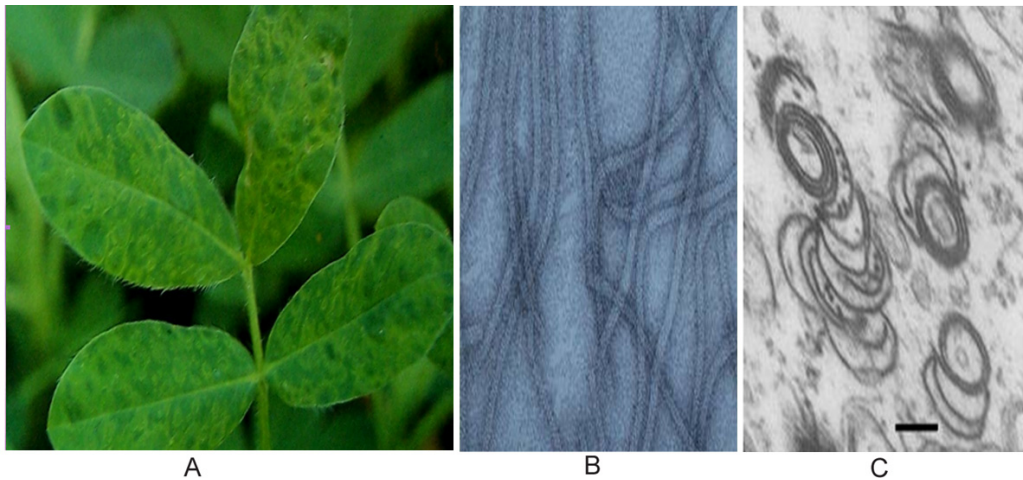
Penyebab penyakit. Penyakit pucuk nekrosis disebabkan oleh virus nekrosis tunas kacang tanah (*Peanut bud necrosis virus* =PBNV) yang sebelumnya dikenal dengan nama virus bercak layu tomat atau *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). Virus ini mirip dengan virus hewan dari kelompok *Bunyaviridae*. Strukturnya unik bila dibandingkan dengan virus tanaman lainnya. Partikel berbentuk *spherical*, dengan garis tengah sekitar 70–90

nm, dikelilingi oleh selaput lipoprotein. Pada irisan ultra tipis TSWV tersebar antara membran dari retikulum endoplasmik. Sitoplasma sel terinfeksi juga mengandung badan inklusi.

Diagnosis. Beberapa metode telah digunakan untuk mendeteksi TSWV, dan yang terakhir menggunakan ELISA dan mikroskop elektron. Inokulasi secara mekanik akan menghasilkan gejala lesio nekrotik atau klorotik pada *Vigna unguiculata* dan gejala lesio nekrotik pada *Petunia hybrida* (Reddy *et al.* 1991).

Penyakit virus Bilur

Penyakit ini pertama kali dilaporkan pada tahun 1984 oleh Demski di Amerika Serikat dan diduga berasal dari biji-biji yang berasal dari China (Demski *et al.* 1984). Pemberian nama *stripe* berdasarkan atas gejala berupa garis klorotik terputus-putus sepanjang tulang daun lateral dari daun-daun muda. Walaupun kemudian ternyata kebanyakan isolat menyebabkan gejala belang-belang berwarna hijau pada daun termuda. Pada saat sekarang, penyakit bilur dilaporkan telah menyebar dan menginfeksi pertanaman kacang tanah di Amerika Serikat, Jepang, Korea, China, India, Thailand, Vietnam, Malaysia, Philipina, Indonesia, dan Senegal (Demski *et al.* 1993).



Gambar 6. A. Gejala Peanut Stripe virus (PSV), B. Zarah virus PSV berbentuk batang lentur 13 x 800 nm, dan C. Badan inklusi berbentuk cakram.

Di Indonesia, penyakit virus bilur pertama kali dilaporkan pada tahun 1986 berdasarkan pada munculnya gejala seperti belang-belang dengan cincin klorotik pada daun kacang tanah. Gejala tersebut mirip dengan gejala penyakit belang yang disebabkan oleh PMoV, namun pada uji serologi tidak bereaksi dengan antiserum PMoV. Di Indonesia ditemukan dua macam gejala yaitu berupa garis klorotik dan belang-belang, namun gejala belang ditemukan lebih dominan. Secara visual gejala bilur sulit dibedakan dengan gejala belang. Perbedaan hanya dapat dilihat melalui uji infektivitas dan uji serologi. Pemberian nama bilur untuk penyakit yang disebabkan oleh PSV diusulkan oleh Semangun (1991). Menurut Akin (1998) berdasarkan tipe gejala pada daun kacang tanah, dari 15 isolat virus yang dikumpulkan dari 12 propinsi di Indonesia,

dibedakan menjadi lima kelompok yaitu: *mild mottle*, *blotch*, *severe blotch stripe*, *chlorotic ring mottle* dan *stripe*.

Penyebab penyakit. Penyakit Bilur disebabkan oleh virus stripe kacang tanah atau *Peanut stripe virus* (PStV). Zarah virus berbentuk batang lentur dengan panjang sekitar 750 nm dan lebar 13 nm, termasuk ke dalam kelompok virus *POTY* (*potyvirus*). Dalam sitoplasma sel-sel mesofil ditemukan adanya badan-badan inklusi berbentuk cakram (*pinwheel inclusion*).

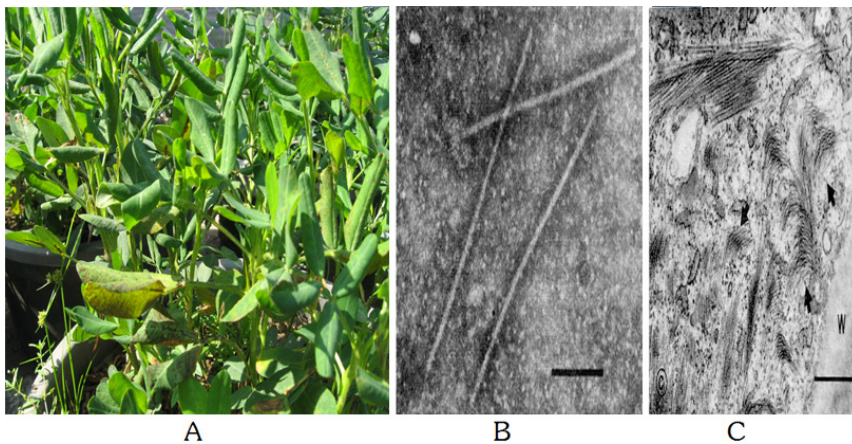
Diagnosis. Semua isolat PStV menghasilkan gejala berupa lesio lokal pada daun tanaman *Chenopodium amaranticolor* dan *C. quinoa* yang diinokulasi secara mekanis. Tidak seperti pada PMoV, PStV tidak menunjukkan gejala pada *P. vulgaris* kultivar Top Crop. PStV bereaksi sangat kuat dengan antiserum virus *Black eye cowpea mosaic*, *Clover yellow vein* dan *Soybean mosaic* yang semuanya tergolong kelompok virus POTY dan tidak bereaksi dengan antiserum PMoV.

Penyakit Virus Belang Samar

Pertanaman kacang tanah yang secara alami terinfeksi di lapangan oleh CMMV telah dilaporkan di banyak negara Asia dan Afrika. Di India penyakit ini dilaporkan pada kacang tanah pada tahun 1984, sementara di Indonesia baru sekitar tahun 1987 (Izuka *et al.* 1984; Saleh *et al.* 1989). Tingkat infeksi umumnya rendah namun dapat mencapai 30% bila kacang tanah berdampingan dengan tanaman lain terutama kedelai dan kacang tunggak yang rentan terhadap CMMV. Peningkatan populasi kutu kebul, *Bemisia tabaci*, yang semakin tinggi menyebabkan tingkat infeksi di lapangan semakin tinggi, mengingat kutu kebul, yang bertindak sebagai vektor dari CMMV juga menggunakan kacang tanah sebagai tanaman inangnya.

Gejala. Daun kacang tanah yang terinfeksi mula-mula menunjukkan gejala bercak-bercak klorotik. Pada infeksi lanjut, daun mengalami nekrotik terutama pada bagian tulang daun, bagian tepi dan ujung daun melengkung ke bawah. Permukaan daun bagian bawah berwarna kecoklatan (Gambar 7).

Penyebab penyakit. R/1: */*: E/E: S/*



Gambar 7. A. Gejala CMMV pada kacang tanah, B. Zarah CMMV, dan C. Badan inklusi berbentuk seperti sisir (C).

Penyakit virus belang samar kacang tunggak disebabkan oleh *Cowpea mild mottle virus* (CMMV). Virus ini pertama kali diidentifikasi di Ghana oleh Brunt dan Kenten (1973) pada tanaman kacang tunggak yang menunjukkan gejala belang samar. Zarah virus berbentuk batang atau batang agak kaku dengan panjang sekitar 610 nm dan lebar 13 nm. Termasuk ke dalam kelompok virus CARLA (*carlavirus*). Dalam sitoplasma sel-sel mesofil ditemukan adanya badan-badan inklusi berbentuk seperti sisir yang di dalamnya terkandung partikel virus (Thongmearkom *et al.* 1984).

Diagnosis. CMMV menghasilkan gejala lesio lokal pada tanaman *Beta vulgaris* dan *C. amaranticolor*. Antiserum untuk CMMV telah tersedia di banyak negara dan CMMV juga bereaksi dengan antiserum *Groundnut crinkle virus*.

PENULARAN VIRUS KACANG TANAH

Penularan virus dari satu tanaman ke tanaman lain dapat terjadi karena penyambungan (*grafting*) pucuk/tunas tanaman sakit ke batang bawah tanaman sehat. Pada tanaman kacang tanah, penularan dengan cara grafting hanya terjadi secara buatan di rumah kaca, namun pada tanaman hortikultura (misalnya tanaman jeruk) penularan virus Tristeza dapat terjadi pada saat melakukan okulasi dengan tunas tanaman yang terinfeksi virus.

Selain dengan cara penyambungan, penularan virus juga dapat terjadi melalui perlukaan secara mekanis, baik itu akibat kegiatan manusia saat pemeliharaan tanaman ataupun gesekan di antara daun tanaman sakit dengan tanaman sehat. Pada tanaman kacang tanah, cara penularan ini hanya terjadi di laboratorium dengan menggosokkan ekstrak daun tanaman sakit dalam larutan buffer fosfat ke daun tanaman sehat. Hal ini disebabkan virus-virus tanaman kacang tanah termasuk virus yang lemah, mudah rusak dan patogenisitasnya rendah. Namun pada *Tobacco mosaic virus* (TMV) dan *Potato virus-X* (PVX) yang sangat stabil, penularan TMV dan PVX dapat terjadi secara tidak sengaja pada saat petani melakukan pemeliharaan tanaman.

Di alam, penularan virus tanaman banyak dilakukan organisme penularnya (vektor) terutama artropoda, nematoda, cendawan, dan tumbuhan parasit tingkat tinggi. Namun untuk virus kacang tanah, penularan virus di lapangan dilakukan oleh serangga dari jenis *Aphis* sp, *Orosius* sp, *Thrips* sp, dan *Bemisia* sp. (Gambar 8). Berdasarkan hubungannya dengan vektor penularnya, virus tumbuhan dikelompokkan menjadi tiga yaitu: (1) virus persisten; (2) virus non-persisten; dan (3) virus semi-persisten. Penularan masing-masing virus tanaman kacang tanah terdapat pada Tabel 2.

Virus yang non-persisten dapat ditularkan oleh serangga penularnya dengan mudah dalam waktu yang sangat singkat (beberapa detik hingga beberapa menit), namun serangga penular tersebut akan segera kehilangan daya infeksi setelah mencucukkan stiletnya ke satu atau beberapa tanaman lain. Sebaliknya pada virus persisten, serangga penular memerlukan suatu periode waktu tertentu untuk dapat menularkan virus yang diisapnya (periode inkubasi). Tetapi jika serangga tersebut telah infeksi, maka kemampuan menularkan virus tidak hilang sampai akhir hidupnya. Virus semi-persisten memiliki sifat di antara keduanya. Sebagian besar virus-virus yang menginfeksi kacang tanah tergolong virus yang non-persisten.

Cara penularan lainnya dapat melalui serbuk sari yang berasal dari tanaman sakit dan biji. Umumnya penularan virus melalui biji akan terjadi apabila tanaman induknya telah terinfeksi virus pada saat jauh sebelum berbunga.

Tabel 2. Penularan penyakit virus kacang tanah

		Penularan					
No	Virus	Grafting	Mekani nis	Biji	Vektor		
					Nonper- sisten	Semiper sisten	Persisten
1.	Peanut rugose	+	–	–	?	?	?
2.	Peanut mosaic virus	+	–	–	–	–	<i>O. argentatus</i>
3.	Peanut crinkle	+	–	–	?	?	?
4.	Peanut mottle virus	+	+	+	Aphids	–	–
5.	Peanut bud necrosis virus	+	+	–	–	–	<i>Thrips</i> spp.
6.	Peanut stripe virus	+	+	+	Aphids	–	–
7.	Cowpea mild mottle virus	+	+	–	–	<i>B. tabaci</i>	–

Keterangan: + = ditularkan, – = tidak ditularkan, ? = tidak diketahui.

Penyakit Virus Kerupuk

Triharso (1975) berhasil menularkan virus penyebab penyakit kerupuk dengan cara penyambungan, dan belum diketahui cara penularan yang lain.

Penyakit Virus Mosaik

PMV tidak ditularkan melalui benih tanaman sakit dan tidak dapat ditularkan secara mekanis. Selain dengan cara penyambungan, penularan dapat dilakukan dengan vektor *Orosius argentatus*, secara persisten dan terbatas hanya pada kacang tanah.

Penyakit Virus Keriting

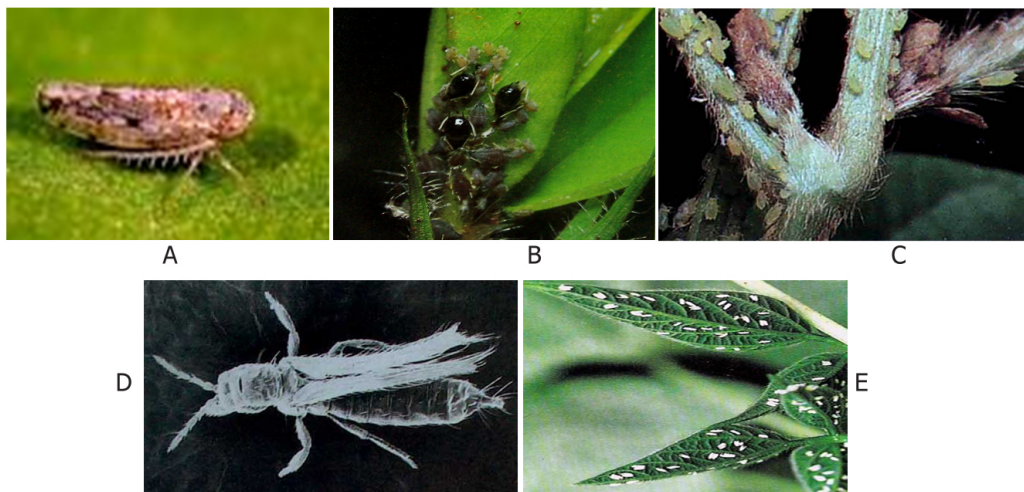
Seperti halnya pada penyakit virus kerupuk, Triharso (1975) hanya dapat menularkan virus keriting dengan cara penyambungan.

Penyakit Virus Belang

Selain dengan cara penyambungan, PMoV dengan mudah dapat ditularkan dengan inokulasi mekanis atau inokulasi sap. PMoV juga ditularkan oleh beberapa spesies aphid secara non-persisten seperti *Aphis craccivora*, *A. gossypii*, *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactuae*, *Rhopalosiphum padi*, dan *R. maydis* (Paguio dan Kuhn 1976; Highland *et al.* 1981). Penularan virus lewat benih berkisar dari 0 hingga 8,5%, bergantung pada genotipe, strain virus dan lingkungan. Pada biji yang terinfeksi, virus ditemukan pada embrio, dan tidak ditemukan pada kotiledon dan kulit biji (Adam dan Kuhn 1977). Tetapi Bharatan *et al.* (1984) dengan menggunakan teknik ELISA, dapat mendeteksi PMoV dari ekstrak jaringan kotiledon dan embrio. PMoV juga dideteksi pada 30% sampel ekstrak kulit biji. Penularan PMoV pada kacang tanah berbiji kecil sekitar 3,7%, lebih tinggi dibandingkan pada biji besar yang hanya berkisar 0,0–0,9% (Paguio dan Kuhn 1974). PMoV juga tular benih pada kacang hijau dan kacang tunggak tapi tidak pada kedelai.

Penyakit Virus Tunas Nekrosis

PBNV dapat ditularkan secara penyambungan, tetapi tidak ditularkan lewat benih. Thrips menularkan virus secara persisten dengan sangat efisien. Paling tidak lima spesies thrips dapat menularkan TSWV yaitu: *Frankliniella schultzei* (Trybom.), *F. fusca* (Hinds.), *F. occidentalis* (Perg.), *Scirtothrips dorsalis* Hood, *Thrips tabaci*, *Thrips palmi* Lind (Reddy *et al.* 1991; Wightman *et al.* 1995).



Gambar 8. A. *Orosius argentatus*, B. Koloni *Aphis craccivora*, C. koloni *Aphis glycines*, D. *Thrip* spp. E. Koloni *Bemisia tabaci*.

Penyakit Virus Bilur

PStV dengan mudah dapat ditularkan dengan inokulasi mekanis atau oleh serangga vektor. *A. craccivora* dan *M. persicae* merupakan vektor yang paling efektif dan efisien (Sreenivasulu dan Demski 1988). Penelitian di Indonesia menyatakan *A. craccivora* vektor yang paling efektif dan efisien. Studi penularan menggunakan berbagai spesies aphid diketahui sekitar 10 spesies aphid dapat menularkan PStV ke kacang tanah yaitu: *Aphis craccivora*, *A. gossypii*, *A. pomi*, *A. glycine*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum padi*, *R. Maydis*, *Schizaphis rotundiventris*, *Trichosiphonaphis*, dan *Hysteroneura setariae* (Suprpto 1991).

Penularan virus lewat benih berkisar dari 1,25–3,62%, bergantung pada umur tanaman saat terinfeksi, genotipe, dan lingkungan. Adanya infeksi PStV pada benih kacang tanah dapat dideteksi dengan ELISA, *Reverse transcription-Polymerase chain reaction* (RT-PCR) (Bharathan *et al.* 1984; Culver dan Sherwood 1988; Gillaspie *et al.* 2000; 2007). Di dalam biji, PStV dideteksi di dalam embrio dan kotiledon. Persentase penularan virus pada kacang tanah berkisar antara 5–20%. Penularan PStV pada kacang tanah berbiji kecil lebih tinggi dibandingkan pada biji besar (Xu *et al.* 1991).

Penyakit Virus Belang Samar

CMMV dapat ditularkan secara inokulasi mekanis dengan ekstrak daun sakit, juga ditularkan oleh kutu kebul, *Bemisia tabaci* secara non-persisten (Muniyappa dan Reddy 1983). Di Ghana, CMMV dilaporkan ditularkan melalui benih kacang tunggak, demikian

juga di Thailand dilaporkan ditularkan melalui benih kedelai meskipun dengan persentase penularan yang sangat rendah. Namun hasil penelitian di Indonesia, isolat CMMV yang berasal dari Indonesia tidak tertular lewat benih kacang tanah maupun kedelai (Horn *et al.* 1991).

ARTI PENTING VIRUS TANAMAN

Arti ekonomi suatu penyakit virus ditentukan oleh luas penyebaran dan besarnya intensitas serangan pada pertanaman serta kehilangan hasil yang ditimbulkannya. Kecepatan perkembangan penyakit dalam satuan waktu dan musim tanam merupakan indikator dari penting atau tidaknya suatu penyakit.

Sejumlah virus tanaman telah diketahui dan beberapa di antaranya punya arti penting secara ekonomi. Kacang tanah dapat terinfeksi secara tunggal atau lebih oleh virus, seperti kombinasi infeksi PSTV dan CMMV. Besarnya kerugian yang disebabkan oleh virus sangat bervariasi dan bergantung pada banyak faktor.

Tanaman yang terinfeksi mungkin tidak menghasilkan karena mati atau bagian tanaman yang akan dipanen hilang. Walaupun tanaman sakit dapat bertahan namun pada umumnya hasilnya lebih rendah dibandingkan dengan yang sehat.

Faktor-faktor yang berpengaruh pada besar/kecilnya kerugian hasil adalah:

1. Strain virus
2. Varietas kacang tanah yang ditanam
3. Stadia pertumbuhan saat terinfeksi
4. Pola/strategi perlindungan yang diterapkan.

Stadia pertumbuhan saat tanaman terinfeksi merupakan faktor terpenting dan kerugian hasil sering proporsional dengan faktor tersebut. Ditinjau dari infeksi tunggal, maka TSWV, Keriting dan Kerupuk dapat menyebabkan kerugian hasil yang tinggi bahkan menyebabkan kematian tanaman. Namun tingkat penyebaran penyakit dalam satuan luas tidak tinggi. Bila ditinjau dari besarnya tingkat infeksi di lapangan, maka PSTV dan CMMV dapat menyebabkan persentase tanaman terinfeksi mencapai 100%.

Di Indonesia, penyakit Kerupuk, Keriting dan Mosaik, secara individual dapat mengakibatkan kerugian hasil yang tinggi karena tanaman sama sekali tidak menghasilkan polong. Menurut Triharso (1975), dengan membandingkan hasil tanaman sakit dan tanaman sehat di lapang, kerugian hasil kacang tanah akibat penyakit Keriting, Kerupuk dan Mosaik berturut-turut dapat mencapai 19,9%, 29,95%, dan 39,64%. Namun keberadaan dan tingkat kejadian penyakit (*diseases incidence*) sangat rendah, sehingga secara keseluruhan ketiga penyakit virus tersebut tidak mempunyai arti ekonomi yang penting.

Penyakit Virus Belang yang disebabkan oleh PMoV, kejadian penyakit belang pada kacang tanah beragam dari waktu ke waktu maupun dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Di Indonesia, Triharso (1975) melaporkan bahwa PMoV dapat mengakibatkan kerugian hasil sampai 26,61%. Di Sudan pada tahun 1977 dan 1978, serangan penyakit virus belang cukup berat dan diperkirakan menimbulkan kerugian hasil berturut turut 2,3 dan 1,0 juta pound Sudan (Ahmed 1984). Di Georgia, Amerika Serikat infeksi PMoV pada tahun 1971 dan 1972, berturut-turut 75–90% dan 24–44% dan menimbulkan kehilangan hasil antara 20–25% (Paguio dan Kuhn 1973). Infeksi awal mengakibatkan kehilangan hasil yang lebih besar dibandingkan infeksi yang lambat. Tanaman yang terinfeksi PMoV juga menghasilkan biji kecil lebih banyak dibanding tanaman sehat, dan penularan PMoV lewat biji kecil 3,7%, lebih kecil dibanding 0,0–0,9% pada biji yang besar.

Di Indonesia, kerugian hasil kacang tanah akibat infeksi PBNV belum diketahui dengan baik. Namun di luar negeri, PBNV diketahui tersebar luas di sebagian besar negara penghasil kacang tanah di Asia, Australia dan Amerika dan menimbulkan kerugian hasil yang nyata. Infeksi awal dapat mengakibatkan tanaman tidak menghasilkan polong sama sekali. Di India, serangan PBNV di sentra produksi kacang tanah bervariasi antara 5–80% dan mengakibatkan kehilangan hasil hingga 50% (Reddy *et al.* 1983). Menurut Sunkad dan Naik (2013), penurunan hasil dan kualitas kacang tanah sangat ditentukan oleh umur tanaman pada saat terinfeksi PBNV. Apabila tanaman terinfeksi PBNV pada umur 30 hari, hasil polong kering, bobot 100 biji, kandungan minyak, berturut-turut turun hingga 95%, 61,8%, dan 74,6%.

Penyakit Virus Bilur yang disebabkan oleh PSTV merupakan salah satu penyakit virus yang paling sering ditemukan pada tanaman kacang tanah terutama pada pertanaman musim kemarau sejalan dengan meningkatnya populasi aphids. Kehilangan hasil kacang tanah akibat infeksi PSTV ditentukan oleh varietas, strain virus, umur tanaman pada saat terinfeksi dan faktor lingkungan. Lynch *et al.* (1988) melaporkan bahwa infeksi PSTV pada kacang tanah tipe Florunner tidak nyata mengurangi hasil kacang tanah. Tetapi penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa infeksi alami oleh PSTV dapat mengakibatkan kehilangan hasil 10–50%, tergantung umur tanaman pada saat terinfeksi. Infeksi PSTV pada tanaman berumur 10 minggu ke atas tidak nyata mengurangi hasil (Saleh *et al.* 1989; Wakman *et al.* 1989). Kehilangan hasil kacang tanah akibat infeksi PSTV juga ditentukan oleh varietas kacang tanah, sebagaimana dilaporkan oleh Sudarsono *et al.* (1996), bahwa kehilangan hasil kacang tanah varietas Komodo yang diinokulasi PSTV pada umur 10 hari setelah tanam dapat mencapai hingga 53,2%, sementara pada varietas Banteng yang tahan, kehilangan hasilnya tidak nyata.

Selain pengurangan hasil, infeksi PSTV juga mengakibatkan perubahan komposisi kimia biji kacang tanah. Ross *et al.* (1989) melaporkan bahwa kandungan glukose, fruktose dan total karbohidrat meningkat dibanding biji dari tanaman sehat, tetapi protein dan total senyawa fenol terlarut mengalami penurunan.

Di Indonesia, penelitian kehilangan hasil kacang tanah akibat infeksi CMMV telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Saleh dan Wardani (2001) melaporkan bahwa infeksi CMMV menyebabkan kehilangan hasil biji sebesar 34–50%. Kacang tanah varietas Kancil lebih toleran terhadap infeksi CMMV dibanding varietas Turangga dan Sima. Saleh *et al.* (2004) melaporkan bahwa infeksi CMMV dapat mengakibatkan penurunan bobot biji 7,61%–66,38%. Infeksi CMMV pada umur muda mengakibatkan kehilangan hasil yang lebih tinggi dibanding infeksi pada umur yang lebih tua. Varietas Kancil relatif tahan, diikuti oleh varietas Bison, Sima dan Domba. Periode kritis varietas Kancil dan Bison terhadap infeksi CMMV adalah tiga minggu, sedangkan varietas Sima dan Domba adalah dua minggu.

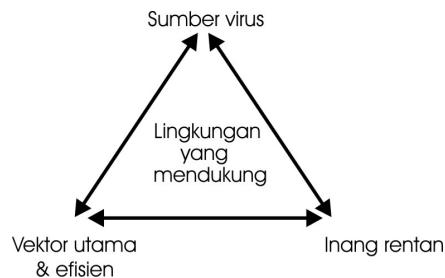
El Hassan *et al.* (1997) melaporkan bahwa CMMV merupakan penyakit penting pada kacang tanah di Sudan. Pada tingkat serangan yang berat, kehilangan hasil dapat mencapai 60%, bahkan apabila infeksi terjadi pada awal pertumbuhan tanaman tidak menghasilkan polong sama sekali.

EPIDEMIOLOGI PENYAKIT VIRUS

Epidemiologi mengkaji perkembangan patogen dalam ruang dan waktu sebagai akibat adanya interaksi antara tanaman inang, virus, vektor dan lingkungan baik fisik maupun

biologi. Secara umum dapat digambarkan seperti Gambar 9, berupa sebuah bagan segitiga penyakit dan di dalamnya terlibat sejumlah faktor ekologi.

Epidemiologi dalam terapannya digunakan untuk memecahkan masalah penyakit hingga penyusunan konsep pengendalian yang efektif dan praktis. Epidemiologi pada hakekatnya adalah landasan dasar bagi pengambilan atau penyusunan strategi/konsep pengendalian terhadap patogen penyebab penyakit baik disusun secara tunggal maupun terpadu. Bioekologi virus maupun vektornya dikaji keterkaitannya serta hubungan-hubungan simbiotiknya terhadap tanaman inang utama, inang pengganti, inang pilihan dan kondisi lingkungan yang mempengaruhinya. Dibandingkan dengan patogen lainnya, epidemiologi penyakit virus jauh lebih rumit karena adanya tingkat kekhususan virus-vektor yang tinggi bahkan obligat. Berbagai bentuk analisis telah dicobakan untuk mempelajari epidemiologi penyakit virus untuk mengkuantitatifkan bentuk-bentuk penyebaran virus dalam ruang dan waktu. Pola penyebaran virus ke dalam dan di antara pertanaman dianalisis dan dianalogkan dalam bentuk bunga majemuk (*compound interest*). Sehingga pengaruh lingkungan seperti arah angin, kondisi iklim, jenis vektor, jumlah vektor dan aktivitas terbang vektor terhadap penyebaran virus dan perbandingan perilaku pada virus-virus yang berbeda mendapat perhatian yang lebih dalam kajian-kajian epidemiologi virus tanaman.



Gambar 9. Segitiga penyakit yang disebabkan oleh virus tumbuhan.

Informasi yang cukup untuk satu jenis penyakit dapat digunakan untuk meramal kemungkinan terjadinya epidemi di suatu tempat, sehingga langkah-langkah dini dapat diterapkan oleh petani.

Tiga faktor utama yang berperan dalam perkembangan penyakit adalah sumber inokulum awal, laju infeksi dan lamanya tanaman berada dalam kondisi tersebut, seperti digambarkan pada persamaan matematis mengikuti hukum bunga majemuk (van der Plank 1963) sebagai berikut:

$$X_t = X_{oe}^{rt}$$

X_t = proporsi penyakit pada waktu t

X_o = sumber penular (inokulum) awal

e = konstanta (2,7182818)

r = laju infeksi (*infection-rate*)

t = waktu lamanya infeksi

Persamaan di atas menggambarkan pola perkembangan penyakit yang bersifat bunga majemuk seperti penyakit kacang tanah yang disebabkan oleh patogen virus. Dalam prakteknya ketiga faktor (X_o , r dan t) bekerja sekaligus, namun dalam epidemiologi kita dapat mempelajari faktor mana yang paling dominan dalam hubungannya dengan sifat

perkembangan penyakit. Faktor t berhubungan dengan umur tanaman dan waktu tanam dan makin lama tanaman berada di lapangan resiko terinfeksi semakin besar. Faktor X_0 erat kaitannya dengan ketersediaan sumber infeksi di lapang pada saat awal (Thresh 1981). Secara umum untuk menekan ketersediaan sumber inokulum di lapang dilakukan tindakan sanitasi dan eradikasi, varietas tahan, dan menanam benih sehat. Faktor laju infeksi penyakit virus dapat ditekan dengan pengendalian vektor, pemberian bahan mulsa yang menolak vektor (mulsa plastik/aluminium), menanam tanaman penghalang, rotasi tanaman, dan menanam varietas tahan. Usaha kita adalah menyederhanakan fenomena epidemi suatu penyakit dengan memanipulasi ketiga faktor tersebut. Untuk penyakit tipe bunga majemuk laju infeksi penyakit tergolong tinggi, sehingga perkembangan penyakit di lapangan meluas dengan cepat akibat hadirnya vektor penular. Penyakit virus kacang tanah umumnya ditularkan oleh vektor yang populasi dan aktivitas terbangnya tinggi terutama pada musim kemarau.

PENGENDALIAN PENYAKIT VIRUS KACANG TANAH

Di Indonesia, petani kacang tanah berharap dapat melindungi pertanamannya dari kemungkinan terinfeksi oleh kompleks hama dan penyakit. Tindakan tersebut amat erat kaitannya dengan jenis varietas yang ditanam, umur tanaman saat akan dilakukan tindakan, kondisi lingkungan serta perilaku petani terutama pengetahuan praktis tentang virus-virus tanaman.

Polatanam pada areal yang luas dengan petakan-petakan kecil milik petani yang berbeda akan mempersulit pengambilan keputusan untuk pengendalian. Berdasarkan kajian epidemiologi terutama tentang bioekologi virus dan vektornya, manusia dapat berperan dalam mempengaruhi pola-pola alami siklus penyakit yang disebabkan oleh virus tanaman. Setiap virus memerlukan strategi pengendalian tersendiri dalam penanganannya.

Mengobati tanaman yang telah terinfeksi virus di lapangan adalah tidak mungkin karena sampai sekarang belum tersedia obat-obat yang efektif menekan/menginaktifkan virus, tanpa mempengaruhi metabolisme tanaman. Hingga saat ini upaya pengendalian penyakit virus lebih diusahakan pada upaya mengurangi/menghilangkan sumber infeksi di dalam dan di luar pertanaman, membatasi laju penyebaran vektor dan mengurangi pengaruh infeksi terhadap hasil panen atau meningkatkan ketahanan tanaman (Zitter 1980).

Proses epidemi penyakit yang disebabkan oleh virus tanaman bergantung pada jumlah inokulum pada saat infeksi, fluktuasi populasi dan aktivitas terbang serangga vektor bersayap dan kerentanan inang terhadap kemungkinan infeksi virus. Sehingga besar kecepatan perkembangan penyakit di lapangan dapat ditentukan.

Ketahanan terhadap virus merupakan salah satu metode terbaik untuk pengendalian penyakit, namun pada umumnya kacang tanah varietas komersial rentan terhadap penyakit yang disebabkan oleh virus. Sejauh ini belum ditemukan kultivar kacang tanah yang betul-betul tahan terhadap infeksi PMoV, meskipun beberapa nomor *Arachis* liar (rhizomatous) diketahui imun terhadap infeksi PMoV (Demski dan Sowell 1981). Hasil yang sama juga dilaporkan di India oleh Rao *et al.* (1991), bahwa beberapa jenis *Arachis* liar seperti *A. cardinasi*, *A. chacoense*, *A. paraguariensis* tahan terhadap infeksi PSTV. Di Indonesia, usaha mendapatkan kultivar kacang tanah telah dilakukan dengan menyaring lebih dari 10.000 genotipe terhadap infeksi PSTV di lapang, namun tidak didapatkan kultivar yang tahan (Saleh *et al.* 1989; Wakman *et al.* 1989). Selain varietas yang tahan, varietas

yang toleran juga merupakan alternatif untuk mengendalikan PMoV. Misalnya galur PI 261945 dan PI 261946 yang toleran terhadap infeksi PMoV, tidak menunjukkan kehilangan hasil, sementara pada varietas Star yang rentan terhadap PMoV, kehilangan hasilnya mencapai 31% (Kuhn *et al.* 1978).

Ketahanan terhadap PMoV dan PSTv tersebut ditemukan pada kacang tanah rhizomatous introduksi, *A. glabrata*, *A. diogeni* dan spesies *Arachis* lainnya. Sayangnya kacang tanah tersebut memiliki jumlah kromosom yang berbeda dengan *A. hypogaea* dan persilangan secara konvensional tidak dapat menggabungkan ketahanan ini ke dalam varietas komersial. Teknik biologi molekuler yang lebih baru untuk memanipulasi gen dibutuhkan untuk memperoleh ketahanan varietas kacang tanah komersial kita.

Di lapangan, sumber inokulum virus dapat berupa tanaman budidaya sejenis, tanaman budidaya jenis lain ataupun gulma dan tumbuhan yang berada di sekitar pertanaman. Selain kacang tanah, PMoV dapat menginfeksi kedelai, buncis, kacang panjang, kacang hijau, kacang tunggak dan beberapa inang gulma seperti orok-orok, *Casia tora*, dan *Borearia hispida* (Triharso 1975). Demski *et al.* (1983) membuktikan bahwa infeksi PMoV secara alami pada kacang tunggak ternyata sangat mendorong perkembangan epidemi PMoV. Di Amerika Serikat, Li *et al.* (1991) membuktikan bahwa PMoV secara alami menginfeksi buncis (*Voandzeia subterranea*) dan menularkan virus melalui biji tanaman sakit. Di Amerika Selatan, Morales *et al.* (1991) mengidentifikasi PMoV secara alami menginfeksi *Arachis pintoi* dan *Stylosanthes* sp. Selanjutnya Nischwitz *et al.* (2007) melaporkan bahwa di Amerika Utara, PMoV secara alami menginfeksi *Arachis glabrata*.

Penelitian juga membuktikan bahwa selain kacang tanah, PSTv dapat menginfeksi kedelai, buncis, *Canavalia gladiata*, *Sesamum indicum*, *Trifolium incarnatum*, *Vigna unguiculata*, *V. sesquipedalis*, *Vicia faba*, dan *Lupinus albus*. Beberapa gulma seperti *Desmodium* sp., *Casia occidentalis* dan *Aeschynomene indica* secara alami terinfeksi dan menjadi inang bagi PSTv (Baliadi *et al.* 1990). Selain kedelai, kacang tunggak, kacang tanah, dan kacang buncis, virus CMMV juga dilaporkan secara alami menginfeksi tomat, *Canavalia ensiformis*, *Phaseolus lunatus*, *Vigna mungo*, *V. unguiculata*, dan *Vicia faba*. Brito *et al.* (2012) baru-baru ini melaporkan bahwa di Venezuela, CMMV menginfeksi secara alami tanaman *Vigna unguiculata* subsp. *Sesquipedalis*. CMMV juga diketahui secara alami menginfeksi beberapa jenis gulma antara lain *Stylosanthes* dan *Tephrosia* sp. (Iwaki *et al.* 1986).

Adanya tanaman inang lain bagi virus, baik berupa tanaman budidaya maupun gulma, perlu diperhatikan dalam melakukan pengendalian penyakit virus.

Dalam tulisan ini pengendalian penyakit lebih diarahkan pada penyakit virus bilur (PSTv), virus belang (PMoV) dan virus belang samar (CMMV). Cara-cara pengendalian yang dapat diterapkan untuk virus kacang tanah berdasarkan bioekologi virus dalam pola epidemiologinya. Penyakit virus belang, penyakit virus bilur dan penyakit virus belang samar kacang tunggak merupakan penyakit yang paling dominan dan secara ekonomi memiliki arti yang penting. Berdasarkan pola epideminya ketiga penyakit di atas memiliki pola yang hampir sama, kecuali pada penularan virus lewat benih. PMoV dan PSTv sebagai penyebab penyakit virus belang dan virus bilur dapat ditularkan lewat benih sakit, memiliki kisaran inang yang sama dan juga sama-sama ditularkan oleh serangga vektor dari famili *Aphidae* (Homoptera) terutama *A. craccivora* secara nonpersisten.

Pengendalian Penyakit Virus Belang (PMoV) dan Virus Bilur (PStV)

PMoV dan PStV dapat ditularkan lewat benih sakit, sehingga sumber inokulum awal penyakit di lapangan berasal dari benih-benih tersebut. Pendapat ini didasarkan atas:

1. PMoV dan PStV dapat ditularkan lewat benih sakit dengan persentase penularan berkisar antara 0–3%.
2. Tanaman kacang tanah di sekitarnya dapat terinfeksi bila berdekatan dengan kacang tanah sakit yang berasal dari benih terinfeksi.
3. Jarak penularan PMoV dan PStV relatif dekat, sehingga jumlah tanaman yang terinfeksi terbanyak hingga jarak 50 meter dari sumber infeksi dan pada jarak selebihnya persentase tanaman terinfeksi sudah sangat rendah.

Untuk mengendalikan/mencegah penyakit belang dan penyakit bilur pada daerah bukan daerah endemi dapat mengikuti cara-cara berikut:

1. Hindari penanaman kacang tanah secara terus menerus dalam areal yang sama.
2. Gunakan benih yang berasal dari pertanaman yang diketahui tidak menunjukkan gejala terinfeksi PMoV atau PStV
3. Tanaman yang berasal dari biji-biji yang tertinggal saat panen harus dimusnahkan.
4. Hindarkan penanaman kacang tanah di dekat tanaman lain yang diketahui rentan terhadap PMoV dan PStV seperti kedelai dan kacang tunggak.
5. Lakukan penyiangan terhadap gulma di sekitar areal yang akan ditanami.
6. Pengaturan saat tanam, dengan menyesuaikan dengan fluktuasi populasi serangga vektor terutama *A. craccivora* untuk menghindari populasi puncak pada saat tanaman masih berumur kurang dari 50 hari.
7. Rotasi tanaman dengan tanaman sereal.
8. Pengendalian serangga vektor dengan insektisida.

Pengendalian Penyakit Belang Samar (CMMV)

Penyakit virus samar kacang tunggak sebenarnya merupakan penyakit yang penting pada tanaman kedelai. Intensitas serangan penyakit samar kacang tunggak dari tahun ke tahun terus meningkat, seiring dengan meningkatnya populasi serangga vektornya, *B. tabaci*. Pada kondisi pertanaman di petani yang selalu menanam kacang tanah berdekatan dengan areal pertanaman kedelai, CMMV juga dapat menimbulkan masalah yang cukup serius pada pertanaman kacang tanah. CMMV ditularkan oleh *B. tabaci* secara non-persisten atau semi-persisten dan memiliki kisaran inang yang cukup luas. Satu hal yang menguntungkan virus ini tidak dapat ditularkan lewat benih kacang tanah. Sumber inokulum awal penyakit ini berada di lapangan, seperti tanaman kedelai, kacang tunggak atau mungkin inang lain dari golongan gulma di sekitar pertanaman. Sehingga secara epidemiologi pola pendekatan diarahkan untuk mengurangi sumber inokulum ini sebesar-besarnya.

Upaya-upaya yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Hindarkan penanaman kacang tanah berdekatan dengan kedelai atau pada lahan-lahan yang sebelumnya sudah ditanami kedelai, kacang tunggak atau kacang tanah.
2. Rotasi tanaman dengan sereal.
3. Pemusnahan sisa-sisa tanaman terdahulu termasuk gulma di sekitar areal perta-

naman.

4. Amati populasi *B. tabaci*, untuk dapat segera dilakukan penyemprotan dengan insektisida bila populasinya cukup tinggi.

Pengendalian Penyakit Virus Nekrotik Tunas (PBNV)

Thrips, selaku vektor utama dari PBNV di lapangan memiliki kisaran inang yang luas termasuk gulma di sekitar pertanaman kacang tanah. Penyebaran dan pemencaran vektor di lapangan dibantu oleh angin. Di India, beberapa varietas kacang tanah diketahui mempunyai tingkat ketahanan terhadap PBNV maupun vektornya, *Thrips* sp. (Dwivedi *et al.* 1995). Pengendalian vektor virus dengan penyemprotan insektisida dapat dilakukan bila populasi thrips cukup tinggi. Pengendalian PBNV dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menanam varietas kacang tanah yang tahan terhadap infeksi PBNV atau vektornya.
2. Mengatur waktu tanam agar tidak bersamaan dengan populasi Thrips di lapang yang tinggi (musim kemarau II) dan menanam dengan jarak tanam yang lebih rapat.
3. Tumpangsari kacang tanah dengan tanaman yang cepat tumbuh dan bukan inang PBNV (seperti jagung).
4. Tidak mencabut tanaman yang terinfeksi terutama pada awal pertumbuhan, karena tindakan ini justru akan meningkatkan serangan PBNV.
5. Pengendalian vektor dengan insektisida, terutama apabila populasi Thrips di lapang tinggi.

Pengendalian Penyakit Mosaik, Kerupuk dan Keriting

Secara ekonomi ketiga penyakit tersebut tidak begitu penting. Upaya pengendalian dapat dilakukan dengan pencabutan tanaman sakit, rotasi tanaman dan apabila diperlukan mengendalikan vektor dengan insektisida.

Untuk mendapatkan hasil pengendalian secara optimal disarankan untuk diterapkan pada skala atau area pertanaman yang luas. Anjuran tersebut berdasarkan atas gambaran umum di tingkat petani kacang tanah yaitu pada suatu hamparan yang terdiri atas petakan-petakan kecil milik petani yang berbeda yang melakukan tindakan pengendalian hanya beberapa petani saja sedangkan petani lainnya tidak. Secara epidemiologi kondisi seperti itu menyebabkan sumber inokulum tetap ada di lapangan dengan jumlah yang tinggi dan serangga vektor sebagai agen penular tetap ada dengan tingkat populasi yang tinggi.

PENUTUP

Hingga saat ini telah diidentifikasi paling tidak terdapat tujuh jenis virus yang menginfeksi tanaman kacang tanah di Indonesia. Di antara ketujuh penyakit virus tersebut, penyakit virus belang yang disebabkan oleh *Peanut Mottle Virus* (PMoV), penyakit virus bilur (*Peanut stripe virus* = PSStV), penyakit virus belang samar (*Cowpea mild mottle virus* = CMMV), dan penyakit virus nekrotik tunas (*Peanut bud necrosis virus* = PBNV) merupakan penyakit penting dan sering menimbulkan kerugian yang besar. Karakteristik virus yang merupakan jasad sub-mikroorganisme yang sangat sederhana dan proses replikasinya tergantung sepenuhnya pada inangnya mengakibatkan belum ditemukan

bahan dan cara menginaktifkan virus tanpa mempengaruhi metabolisme tanaman inangnya. Oleh karena itu pengendalian penyakit virus bukan ditujukan untuk menyembuhkan tanaman yang telah terinfeksi, namun lebih ditujukan untuk mencegah infeksi dan atau mengurangi penyebaran virus di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, D.B. and C.W. Kuhn. 1977. Seed transmission of *Peanut mottle virus* in Peanut. *Phytopathology* 67:1126–1129.
- Ahmed, H.A. 1984. Incidence of *Peanut mottle virus* in the Sudan Gezira and its effect on yield. *Trop. Pest Manag.* 30 (21):166–169.
- Akin, H.M. 1998. *Peanut stripe virus* strain Indonesia: variasi biologi, deteksi molekuler, pengklonan, variasi biologi, dan determinasi urutan nukleotida 3' Genom RNA PSTV serta analisis keragaman dan filogenetika berdasarkan gen CP dan 3'UTR. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Baliadi, Y., N. Saleh dan M. Hadi. 1990. Beberapa jenis gulma sebagai inang alternatif *Peanut stripe virus* (PSTV). *Pros. Konfer. HIGI X*, Malang: 320–324.
- Bergman, B.H.H. 1956. Het mozaiek I en de heksenbezem ziekte van de aardnoot (*Arachis hypogaea* L.) in West Java en hun vector de Jasside *Orosius argentatus* Evans. *Tijdschr. Plantenz.* 62:291–304.
- Bharathan, N., D.V.R. Reddy, R. Rajeshwari, V.K. Murthy, V.R. Rao, and R.M. Lister. 1984. Screening peanut germplasm lines by Enzyme-linked immunosorbent assay for seed transmission of *Peanut mottle virus*. *Plant Disease* 68:757–758.
- Bos, L. 1957. Heksen bezem verschijnselen, een pathologisch-morfologisch onderzoek. *Meded. Landb. Hogeschool Wageningen* 57:11–13.
- Bos, L. 1990. *Pengantar Virologi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 231 hlm.
- Brito, M., T.F. Rodriquez, M.J. Garrido, A. Mejias, M. Romano, and E. Marys. 2012. First report of Cowpea mild mottle Carlavirus on yard long bean (*Vigna unguiculata* subsp. *Sesquipedalis*) in Venezuela. *Viruses* 4(12):3804–3811.
- Brunt, A.A and R.H. Kenten. 1973. *Cowpea mild mottle*, a newly recognized virus infecting cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Ghana. *Ann. Appl. Biol.* 74:67–74.
- Culver, J.N. and J.L. Sherwood. 1988. Detection of *Peanut Stripe virus* in peanut seed by an indirect Enzyme-linked Immunosorbent assay using a monoclonal antibody. *Plant Disease* 72:676– 679.
- Demski, J.W. and G. Sowell Jr. 1981. Resistance to *Peanut mottle virus* in *Arachis* sp. *Peanut Sci.* 8(1):43–44.
- Demski, J.W., A.T. Alexander, M.A. Stefani, and C.W. Khun. 1983. I Natural infection, disease reactions, and epidemiological implications of *Peanut mottle virus* in cowpea. *Plant Disease* 67:267–269.
- Demski, J.W., D.V.R. Reddy, G. Sowell Jr., and D. Bays. 1984. *Peanut stripe virus*, a new seed-borne potyvirus from China infecting groundnut (*Arachis hypogaea*). *Annals of Appl. Biol.* 105:495–501.
- Demski, J.W., D.V.R. Reddy, S. Wongkew, Z.Y. Xu, C.W. Khun, B.G. Cassidy, D.D. Sukla, N. Saleh, K.J. Middleton, P. Sreenivasulu, R.D.V.J. Prasada Rao, T. Senboku, M. Dollet, and D. McDonald. 1993. *Peanut stripe virus*. *Information Bull.* No. 38. ICRISAT. 16 pp.
- Demski, J.W., D.H. Smith, and C.W. Khun. 1975. Incidence and distribution of *Peanut mottle*

- virus in the United States. *Peanut Sci.* 2(2):91–93.
- Dubern, J and M. Dollet. 1979. Groundnut crinkle, a new virus disease observed in Ivory Coast. *Phytopath. Z.* 95:279–283.
- Dubern, J. 1981. *Centrocoma pubescens*, a natural host of groundnut crinkle virus in Ivory coast. *Phytopath. Z.* 100:182–185.
- Dwivedi, S.L., S.N. Nigam, D.V.R. Reddy, A.S. Reddy, and G.V.R. Rao. 1995. Progress in breeding groundnut varieties resistant to *Peanut bud necrosis virus* and its vector. p:35–40. in Buieil, A.A.M., J.E. Parleviet and J.M. Lenne (Ed). Recent studies on peanut bud necrosis disease. ICRISAT.
- El Hasan, S.M., R.A. Naidu, A.H. Ahmed, and A.F. Murant. 1997. A serous disease of groundnut caused by *Cowpea mild mottle virus* in the Sudan. *J. Phytopathol.* 145:301–304.
- Gilaspie, A.G. Jr., R.N. Pittman and D.L.Pinnow. 2000. Sensitive method for testing peanut seedlots for *Peanut stripe virus* and *Peanut mottle viruses* by Immunocapture-reverse transcription-Polymerase chain reaction. *Plant Disease.* 84:559–561.
- Gilaspie, A.G.Jr., M.I. Wang, D.I. Pinnow and R.N. Pitman. 2007. Polymerase chain reaction for detection of *Peanut mottle* and *Peanut stripe virus* in *Arachis hypogaea* L. germplasm seedlots. *Plant Pathol. J.* 6(1):87–90.
- Harjosudarmo, J. dan N. Saleh. 1985. Pengamatan mikroskop elektron gejala penyakit nekrotik tunas pada kacang tanah di KP. Cikemeuh, Bogor (tidak dipublikasi)
- Highland, H.B., J.W. Demski, and J.H. Chalkley. 1981. Aphid populations and spread of *peanut mottle virus*. *Peanut Sci.* 8(2):99–102.
- Horn, N., N. Saleh & Y. Baliadi. 1991. *Cowpea mild mottle virus* could not be detected by ELISA in soybean and groundnut seeds in Indonesia. *Neth. J. Pl. Path.* 97:125–127.
- Iizuka, N. R. Rajeshwari, D.V.R. Reddy, T. Goto, V. Muniyappa, N. Bharathan and A.M. Hanekar. 1984. Natural occurrence of a strain *Cowpea mild mottle virus* on groundnut (*Arachis hypogaea*) in India. *Phytopath. Z.* 109:245–253.
- Iwaki, M., P. Thongmeearkom, Y. Honda, M. Prommin, N. Deema, T. Hibi, N. Iizuka, C.A. Ong & N. Saleh. 1986. *Cowpea mild mottle virus* occurring on soybean and peanut in Southeast Asian countries. *Tech. Bull. Trop. Agr. Res. Centr. Japan* 21:187–120.
- Kementerian Pertanian. 2012. Statistik Pertanian. Agricultural Statistics. Kementerian Pertanian Jakarta. 306 hlm.
- Kuhn, C.W., D.R. Paguio, and D.B. Adams. 1978. Tolerance in peanut to *Peanut Mottle Virus*. *Plant Disease Reporter* 62:365–368.
- Li, R.H., F.W. Zettler, M. S. Elliott, M.A. Petersen, P.E. Still, C.A. Baker, and G.I. Mink. 1991. A strain of *Peanut mottle virus* seedborne in Bambara groundnut. *Plant Disease* 75:130–133.
- Lynch, R.E., J.W. Demski, W.D. Branch, C.C. Holbrook and L.W. Morgan. 1988. Influence of *Peanut stripe virus* on growth, yield, and quality of flowrunner peanut. *Peanut Sci.*
- Morales, F.J., M. Castano, A.C. Velasco, J. Arroyave, and F.W. Zettler. 1991. Natural infection of tropical forage legume species of *Arachis* and *Stylosanthes* by Potyvirus related to *Peanut mottle virus*. *Plant Disease* 75(11):1090–1093.
- Muniyappa, V., and D.V.R. Reddy. 1983. Transmission of *Cowpea mild mottle virus* by *Bemisia tabaci* in a non persistent manner. *Plant Disease* 67:391–393.
- Nischwitz, C., A.L. Mass, S.W. Mullis., A.K. Culbreath, and R.D. Gitaitis. 2007. First report of *Peanut mottle virus* in storage peanut (*Arachis glabrata*) in North America. *Plant Disease* 91(5):632.

- Paguio, O.R. and C.W. Kuhn. 1974. Incidence and source of inoculums of *Peanut mottle virus* and its effect on peanut. *Phytopathol.* 64:60–64.
- Paguio, O.R. and C.W. Kuhn. 1976. Aphis transmission of *Peanut mottle virus*. *Phytopathology* 66:473–476.
- Rao, R.D.V.J.P., A.S. Reddy, S.K. Chakrabarty, D.V.R. Reddy, V.R. Rao and J.P. Moss. 1991. Identification of *Peanut stripe virus* resistance in wild *Arachis* Germplasm. *Peanut Sci.* 18(1):1–2.
- Reddy, D.V.R., J.A. Wightman, R.J. Beshear, B. Highland, M. Black, P. Sreenivasulu, S.L. Dwivedi, J.W. Demski, D.Mc. Donald, J.W. Smith Jr., and D.H. Smith. 1991. Bud Necrosis: A disease of groundnut caused by *Tomato Spotted wilt virus*. *Information Bulletin No.31. ICRISAT.* 20 pp.
- Reddy, D.V.R., N. Iizuka, A.M. Ghanekar, V.K. Murthy, C.W. Khun, R.W. Gibbons, and S.J. Chohan. 1978. The occurrence of *Peanut mottle virus* in India. *Plant Disease Reporter* 62(11):978–982.
- Reddy, D.V.R., P.W. Amin, D. Mc Donald, and A.M. Ghanekar. 1983. Epidemiology and control of groundnut bud necrosis and other diseases of legume crops in India caused by *tomato spotted wilt virus*. P. 93–103. In R.T. Plumb and J.M. Thresh (Ed.). *Plant Virus Epidemiology*. Blackwell Sci. Publ.
- Roechan, M., M. Iwaki, N. Saleh, D.M. Tantera and H. Hibino. 1978. Virus diseases of legume plants in Indonesia, 4. *Peanut mottle virus*. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor*, 46, 11 pp.
- Ross, L.F., R.E. Lynch, E.J. Conkerton, J.W. Demski, D.J. Daigle, and C. Mc Comb. 1989. The effect of *peanut stripe virus* infection on peanut composition. *Peanut Science* 16(1):43–45.
- Rutgers, A.A.L. 1913. De krulziekte van kacang tanah (*Arachis hypogaea*). *Med. AN. Plziekten* 6. Sp.
- Saleh, N. dan D.M. Tantera. 1988. *Peanut stripe virus* in Indonesia. First Coordinators meeting on *Peanut stripe virus* at MARIF, Malang 9–12 June 1987. ICRISAT. 26 pp.
- Saleh, N. dan T. Wardani. 2001. Toleransi Kacang Tanah Varietas Kancil Terhadap Infeksi *Coupea Mild Mottle Virus*. Seminar Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Balitkabi Malang. Hlm 395–400.
- Saleh, N., Baliadi, Y dan N. Horn. 1989b. *Coupea Mild Mottle Virus* Isolated from Naturally Infected *Arachis hypogaea* L. = Isolasi *Coupea Mild Mottle Virus* dari Tanaman Kacang Tanah yang Terinfeksi Secara Alami. *Penelitian Palawija*. 4(1):32–35.
- Saleh, N., K.J. Middleton, Y. Baliadi, N.Horn, and D.V.R. Reddy. 1989a. Research on *Peanut stripe virus* in Indonesia. Second Coordinators Meeting on *Peanut Stripe Virus*. ICRISAT. p. 9.
- Saleh, N., Y. Baliadi, M. Martosudiro, dan E. Endrawati. 2004. Evaluasi ketahanan empat varietas unggul baru kedelai terhadap infeksi *Coupea mild mottle virus*. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian tanggal 5 Oktober 2004. 12 hal.
- Semangun, H. 1991. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Sreenivasulu, P. and J.W. Demski. 1988. Transmission of *Peanut mottle and Peanut stripe viruses* by *Aphis craccivora* and *Myzus persicae*. *Plant Disease* 72:722–723.
- Sudarsono, W. Dinarto, dan S. Ilyas. 1996. Yield reduction due to *Peanut stripe virus* (PSTV) infection on two peanut cultivars (Banteng and Komodo). *Indonesian J. of Trop. Agric.* 7(2):60–66.
- Sunkad, G. And M.K. Naik. 2013. Effect of Peanut bud necrosis disease (PNBD) on growth and

- yield parameters of groundnut at different stages infection. *Indian Phytopath.* 66(4):406–407.
- Suprpto, A. 1991. Pengujian penularan virus belang kacang tanah (PStV) oleh vektor aphid dan melalui biji kacang-kacangan. Tesis. Fak. Pert. Univ. Brawijaya. Malang. 34 hlm.
- Thongmeearkom, P., Y. Honda, M. Iwaki & N. Deema. 1984. Ultrastructure of soybean leaf cells infected with *Cowpea mild mottle virus*. *Phytopath. Z.* 109:74–79.
- Thresh, J.M. 1981. Plant virus disease epidemiology. *Rev. of Plant Pathology.* 60:571–575.
- Thung, T.H. 1947. Virusziekten van arachis hypogaea. *Landbouw*, 19:337–347.
- Thung, T.H and T. Hadiwidjaya. 1953. Grcestof in verband met virusziekten, in het bijzonder bij *Arachis hypogaea*. *T. Plantenziekten* 57:95–99.
- Triharso. 1975. Penelitian penyakit-penyakit virus kacang tanah. Disertasi Doktor. Univ. Gadjah Mada. Yogyakarta. 157 hlm.
- van der Plank, J.E. 1963. *Plant disease: Epidemics and Control*. Acd. Press. New York. 349 p
- Wakman, W., S. Pakki, and A. Hasanuddin. 1989. Yield loss of groundnut due to *Peanut stripe virus*. Second coordinators meeting on Peanut Stripe virus. ICRISAT. p:11.
- Wightman, J.A., G.V. Ranga Rao, and K.V. Lakshmi. 1995. *Thrips palmi*, general pest and vector of some Tospoviruses in Asia. P:11–15 in Buieil, A.A.M., J.E. Parleviet and J.M. Lenne (Ed). *Recent studies on Peanut bud necrosis disease*. ICRISAT.
- Xu, Z., K. Chen, Z. Zhang and J. Chen. 1991. Seed transmission of *Peanut Stripe virus* in peanut. *Plant Disease.* 75:723–726.
- Zitter, T.A. 1980. Management of viruses by alternation of vector efficiency and by cultural practices. *Ann. Rev. Phytopathol.* 18:289–310.

KONTAMINASI AFLATOKSIN DAN CARA PENGENDALIANNYA MELALUI PENANGANAN PRA DAN PASCAPANEN

Agustina A. Rahmianna, Erliana Ginting, dan Eriyanto Yusnawan

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Aflatoksin merupakan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik, diproduksi oleh strain tertentu jamur *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus* (Horn *et al.* 2000; Klich 2007). Penemuan aflatoksin bermula dari munculnya penyakit ‘Turkey X’ di Inggris pada tahun 1962 di mana 100.000 kalkun mati setelah makan kacang tanah terkontaminasi aflatoksin (Forgacs dan Carll 1962 dalam Amaike dan Keller 2011). Ratusan orang meninggal dunia di Kenya akibat mengonsumsi jagung yang terkontaminasi aflatoksin pada kurun waktu kurang dari 10 tahun terakhir (Lewis *et al.* 2005). Aflatoksin mengakibatkan aflatoksikosis pada manusia atau ternak karena menghirup atau mengonsumsi makanan atau pakan terkontaminasi aflatoksin dalam kadar yang tinggi. Aflatoksikosis menjadi masalah serius di negara berkembang terutama di Asia dan Afrika. Di negara maju seperti Amerika Serikat, kehilangan hasil akibat kontaminasi aflatoksin dilaporkan mencapai jutaan dollar (Amaike dan Keller 2011).

Isu aflatoksin sudah mendunia sebab bahaya yang ditimbulkannya tidak hanya pada kesehatan dan keselamatan manusia tetapi juga pada ternak. Aflatoksin bersifat karsinogenik (penyebab kanker), mutagenik (ICAR 1987) dan *immuno suppressive* (Heathcote dan Hibbert 1978 dalam Wotton dan Strange 1985; IARC 1987 dalam Mobeen *et al.* 2011). Oleh karena itu, aflatoksin termasuk golongan karsinogen kelas 1 terhadap manusia (IARC 1993 dalam Bankole *et al.* 2005), serta mempunyai predikat sebagai hepatotoxic, carcinotoxic dan teratogenic (Keenan dan Savage 1994). Aflatoksin bersifat akumulatif dan akan menjadi masalah apabila sebanyak 1000 ppb telah mengendap di dalam hati (Heathcote dan Hibbert 1978 dalam Wotton dan Strange 1985; Daren dan Shengyu 1997; Ullah 1997). Aflatoksin berpotensi menyebabkan kerusakan hati, pengerasan hati (*cirrhosis*) dan kanker hati (Hongkong Food dan Environmental Hygiene 2001 dalam Paramawati *et al.* 2006). Sifat karsinogenik yang dipunyai aflatoksin menyebabkan adanya hubungan sebab akibat antara mengonsumsi kacang tanah atau produk olahannya yang mengandung aflatoksin dengan kanker hati, terutama di negara-negara berkembang di Afrika, India, Asia Tenggara, Bangladesh dan China. Pada ternak, selain kanker hati, aflatoksin juga menyebabkan turunnya berat badan dan produksi susu atau telur karena berkurangnya nafsu makan.

Beragam komoditas pertanian berpeluang terkontaminasi aflatoksin, terutama kacang tanah, jagung, biji kapas, beras dan hasil ternak yang mengonsumsi bahan tersebut, seperti susu dan telur.

PENGERTIAN AFLATOKSIN

Kacang tanah merupakan salah satu komoditas pertanian internasional yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan bahan baku industri karena kaya akan kandungan lemak, protein dan karbohidrat. Sentra produksi kacang tanah tersebar di negara-negara Asia, Afrika, Amerika Selatan, dan Amerika Utara (Tillman dan Stalker 2009). Di Indonesia sebagian besar kacang tanah dikonsumsi dalam bentuk bumbu kacang, makanan

ringan (direbus, digoreng, disangrai), bahan campuran atau pengisi kue dan roti, serta olahan industri, seperti minyak kacang, tepung dan pasta, dengan tingkat konsumsi rata-rata 2,4 kg/kapita/tahun (FAOSTAT 2009). Oleh karena itu, diperlukan bahan baku kacang tanah yang memenuhi standar mutu agar aman dikonsumsi. Hal ini berkaitan dengan rentannya biji kacang tanah terhadap kontaminasi aflatoksin, baik pada saat penanganan pra maupun pascapanen.

JENIS-JENIS AFLATOKSIN

Jamur *A. flavus* dan *A. parasiticus* mampu menghasilkan empat senyawa utama aflatoksin (AfB₁, AfB₂, AfG₁, dan AfG₂) dan aflatoksin M₁ dan M₂ yang merupakan turunan aflatoksin B₁ dan B₂ pada lingkungan yang mendukung. *Aspergillus flavus* secara umum memproduksi golongan toksin B (Abbasi *et al.* 2004b; Payne 1998). Jagung, biji kapas dan kacang tanah pada umumnya terkontaminasi aflatoksin B₁ setelah terjadi kolonisasi *A. flavus* (Abbasi *et al.* 2009). Senyawa-senyawa toksin tersebut diberi nama sesuai dengan karakteristik warna fluoresen pada saat pendeteksian menggunakan gelombang ultraviolet ($\lambda = 365$ nm) setelah pemisahan senyawa menggunakan kromatografi lapis tipis (*thin layer chromatography*). AfB₁ dan AfB₂ menghasilkan warna fluoresen biru, sedangkan AfG₁ dan AfG₂ memproduksi warna fluoresen hijau (Klich 2007). Dari 12 jenis aflatoksin yang telah diidentifikasi (Goto 1990) aflatoksin B₁, B₂, G₁, G₂ umum ditemui pada bahan pangan dan pakan serta aflatoksin M₁ pada susu, dan telah diketahui bahwa aflatoksin B₁ banyak dihasilkan jamur *A. flavus* di Indonesia (Dharmaputra 2002). Di antara semuanya, aflatoksin B₁ dan M₁ merupakan toksin yang mendapat perhatian utama karena toksisitasnya terhadap hewan dan manusia (Bhatnagar *et al.* 2006), dan karena paling berbahaya, AfB₁ seringkali dipakai sebagai ambang batas maksimum aflatoksin dalam bahan pangan dan pakan (Goto 1990).

STANDAR MUTU KOMODITAS KACANG TANAH

Di Indonesia, semua bahan pangan yang diperdagangkan harus memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Republik Indonesia. Khusus untuk komoditas kacang tanah, Pemerintah RI telah menetapkan standar mutu fisik untuk kacang tanah yang diperdagangkan dalam bentuk polong (gelondong) maupun ose (biji). Standar mutu yang tertuang dalam Standar Nasional Indonesia tahun 1995 mengatur mutu fisik (Tabel 1 dan 2). Dari kedua standar mutu fisik polong dan biji, telah disyaratkan bahwa kacang tanah yang diperdagangkan harus bermutu tinggi yaitu utuh, kadar air rendah, dan bebas dari kotoran.

Selain mutu fisik kacang tanah (Tabel 1 dan 2), aspek keamanan pangan, yakni batasan kadar aflatoksin juga perlu diperhatikan karena telah menjadi isu global, terlebih dengan diberlakukannya *bio-terorism act* di tingkat internasional, karena besarnya efek negatif aflatoksin secara langsung terhadap manusia dan ternak. Beberapa negara mempepori untuk menetapkan ambang batas maksimum cemaran aflatoksin pada makanan. Setidaknya tercatat 76 negara yang telah menetapkan ambang batas cemaran aflatoksin total dalam makanan sebesar 0–35 $\mu\text{g/kg}$ (ppb = *part per billion*) (FAO 2003). Peraturan mengenai ambang batas maksimum cemaran aflatoksin total dalam makanan yang bervariasi antar negara mengindikasikan adanya perbedaan toleransi cemaran yang diperbolehkan untuk dikonsumsi. Sebagai contoh Amerika Serikat menetapkan ambang maksimum sebesar 20 $\mu\text{g/kg}$ untuk makanan, 0,5 $\mu\text{g/kg}$ untuk susu, dan 300 $\mu\text{g/kg}$ untuk

jagung dan biji kapas sebagai pakan (Klich 2007). Negara-negara maju seperti Australia, Belanda, Jepang, Denmark dan Inggris telah menetapkan ambang batas aflatoksin untuk kacang tanah dan produk olahannya dengan batasan 0–20 ppb (Goto 1990; Dorner 2008). Codex Alimentarius Commision FAO menetapkan batasan 15 ppb untuk total aflatoksin (B_1 , B_2 , G_1 and G_2) pada biji kacang tanah yang diproses lebih lanjut, sementara negara-negara Uni Eropa sangat ketat menerapkan batasan 4 ppb untuk total aflatoksin dan 2 ppb aflatoksin B_1 untuk kacang tanah yang siap dikonsumsi (Murphy *et al.* 2006). Secara spesifik, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menetapkan ambang batas cemaran aflatoksin B_1 pada makanan dan produk olahan sebesar 20 $\mu\text{g/kg}$ (Dharmaputra *et al.* 2003), dan pada tahun 2009 diperbaiki menjadi maksimum 15 ppb untuk aflatoksin B_1 dan 20 ppb untuk total aflatoksin pada produk olahan kacang tanah (DSN 2009 dalam Rahayu 2011).

Oleh karena itu, produksi kacang tanah di Indonesia harus mengacu pada standar mutu yang ditetapkan, baik secara lokal, nasional, maupun internasional agar dapat bersaing di pasaran dan produk olahannya aman dikonsumsi.

Tabel 1. Standar mutu fisik polong kacang tanah (gelondong).

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan mutu		
			I	II	III
1.	Kadar air (maksimum)	%	8	9	9
2.	Kotoran (maksimum)	%	1	2	3
3.	Polong keriput (maksimum)	%	2	3	4
4.	Polong rusak (maksimum)	%	0,5	1	2
5.	Polong berbiji satu (maksimum)	%	3	4	5
6.	Rendemen (maksimum)	%	65	62,5	60

Sumber: SNI 1995.

Tabel 2. Standar mutu fisik biji kacang tanah (ose)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan mutu		
			I	II	III
1.	Kadar air (maksimum)	%	6	7	8
2.	Butir rusak (maksimum)	%	0	1	2
3.	Butir belah (maksimum)	%	1	5	10
4.	Butir warna lain (maksimum)	%	0	2	3
5.	Kotoran (maksimum)	%	0	0,5	3
6.	Diameter (minimum)	%	8	7	6

Sumber: SNI 1995.

STATUS AFLATOKSIN PADA BIJI DAN PRODUK OLAHANNYA

Kontaminasi aflatoksin dapat terjadi pada biji, minyak, bungkil, tepung dan produk makanan berbahan baku kacang tanah. Infeksi jamur *A. flavus* pada biji kacang tanah terjadi di setiap mata rantai perdagangan mulai dari petani, pennebas, pengumpul, pabrik, hingga pedagang di pasar dan industri olahan. Pengamatan di Kab. Pati menunjukkan tingkat infeksi jamur *A. flavus* pada biji kacang tanah ketika masih belum dipanen berkisar antara 17–25% dan 25–40% masing-masing pada kacang tanah yang ditanam pada musim hujan dan musim kemarau (Dharmaputra *et al.* 2003). Hal yang sama juga terjadi di Kab. Banjarnegara, dengan tingkat infeksi berkisar antara 0–19% (Rahmianna *et al.*

2007). Tingkat kontaminasi aflatoksin B₁ relatif kecil (≤ 15 ppb) pada kacang tanah polong (kadar air 46–49%) di tingkat petani, penebas dan pedagang pengumpul (Tabel 3). Sebaliknya, kontaminasi aflatoksin relatif tinggi (1,7–124 ppb) pada biji kacang tanah (k.a. 8,43%) di tingkat pedagang pengecer (Dharmaputra *et al.* 2003), bahkan lebih tinggi hingga 2.024 ppb di tingkat pedagang pengecer di pasar tradisional di Kab. Sinjai, Sulsel (Tabel 3).

Dharmaputra *et al.* (1989) melaporkan cemaran aflatoksin B₁ dengan kisaran 0–1.154 ppb dan 80% diantaranya >30 ppb pada biji kacang tanah yang diambil dari pedagang pengecer di tiga pasar di Bogor. Goto *et al.* (1999) yang mengambil sampel biji kacang tanah dari tiga pasar di daerah Muntilan, Malang dan Denpasar melaporkan kadar aflatoksin B₁ sebesar <1 –206 ppb. Kisaran hasil yang mirip juga diperoleh pada sampel biji kacang tanah dari beberapa pasar di empat kabupaten di Provinsi Lampung sebesar 4,4–205 ppb (Paramawati *et al.* 2006), kontaminasi aflatoksin B₁ >15 – >100 ppb pada sampel biji yang dijual oleh pedagang pengecer di 6 pasar tradisional di Kab. Banjarnegara (Rahmianna *et al.* 2007). Ternyata sampel biji kacang tanah yang diperoleh dari pedagang pengecer di pasar-pasar tradisional menunjukkan kadar aflatoksin yang relatif tinggi. Fakta di atas menunjukkan besarnya peluang kontaminasi aflatoksin pada proses pengeringan dan penyimpanan, juga selama dalam jalur pemasaran dari pedagang pengumpul sampai ke tingkat pedagang pengecer.

Prosesor kacang tanah, terutama skala kecil biasanya membeli bahan baku dari pedagang pengecer di pasar-pasar tradisional, sehingga kemungkinan kontaminasi aflatoksin pada produk olahan yang dihasilkan cukup besar. Sampel bumbu pecel yang diambil dari pedagang pengecer di Bogor, Yogyakarta, Malang dan Wonogiri, ternyata mengandung total aflatoksin 0–221 ppb. Fenomena yang sama juga tampak pada sampel *enting-enting gepuk*, namun dengan kisaran yang lebih kecil, yakni 0–24 ppb (Tabel 3). Kriteria pemilihan bahan baku kacang tanah yang lebih baik untuk *enting-enting gepuk* (karena mempengaruhi kenampakan produk) dibanding dengan bumbu pecel, dapat menyebabkan perbedaan di atas.

Sementara prosesor kacang tanah skala besar, seperti di daerah Pati umumnya menerima pasokan bahan baku langsung dari penebas atau pedagang pengumpul (Dharmaputra *et al.* 2003a), dengan menetapkan persyaratan khusus yang diperlukan untuk pengolahan produk kacang tanah tertentu. Sebagai contoh, kacang Garuda, Pati, Jawa Tengah menetapkan kualitas ekspor untuk bahan baku pengolahan kacang garing, yakni polong harus berbiji dua, masak optimal (tidak boleh muda), kenampakan polong bersih, kulit tidak pecah, bentuk fisik bagus (polong lurus) dan tangkai polong harus dibuang (Kacang Garuda Grup 1998). Industri pengolahan tersebut juga tidak menerima pasokan kacang tanah polong yang telah dipanen lebih dari 48 jam. Tidak mengherankan apabila sampel kacang tanah polong basah dan kacang garing yang diperoleh dari pabrik ini menunjukkan tingkat kontaminasi aflatoksin B₁ yang cukup rendah, yakni <5 ppb.

Demikian pula untuk sampel kacang garing yang diperoleh di tingkat pedagang pengecer di daerah Pati, kandungan aflatoksin B₁ <5 ppb (Dharmaputra *et al.* 2003). Sortasi awal bahan baku yang menghendaki kenampakan dan bentuk kacang tanah polong yang baik untuk kacang garing, memperkecil peluang kontaminasi aflatoksin. Sementara relatif rendahnya kandungan aflatoksin B₁ (<15 ppb) pada sampel kacang telur/kacang atom (*flour coated peanut*), selain karena pemilihan bahan baku (biji utuh) juga karena

terlindungi oleh adonan tepung yang dicampur dengan bawang putih dan garam (Dharmaputra *et al.* 2003).

Tabel 3. Kandungan aflatoksin pada sampel kacang tanah dan produk olahannya di Indonesia.

Kacang tanah/produk olahan	Kadar aflatoksin B ₁ (ppb)
Biji kacang tanah ^a	180
Biji kacang tanah dari pedagang di pasar ^b	0–1,154
Biji kacang tanah dari berbagai pedagang ^c	2,5–30
Biji kacang tanah dari pedagang di pasar ^d	<1–206
Biji kacang tanah dari pedagang pengecer ^e	1,7–124
Polong kacang tanah di petani, penebas, pengumpul ^e	15
Polong kacang tanah di petani Kec. Purwanegara, Banjarnegara ^h	>5–>100
Polong kacang tanah di petani Kec. Bawang, Banjarnegara ^h	>5–≤ 50
Polong kacang tanah dari pedagang pengumpul di Banjarnegara ^h	>5–≤ 15
Polong kacang tanah dari pedagang pengecer di Banjarnegara ^h	>5–>100
Polong kacang tanah dari prosesor di Banjarnegara ^h	>5–≤ 50
Biji kacang tanah dari petani Kab. Sinjai, Sulawesi Selatan ⁱ	0,4–329,7
Biji kacang tanah dari pedagang pengumpul Kab. Sinjai, Sulsel ⁱ	0,3–2024,2
Biji kacang tanah dari pedagang eceran Kab. Sinjai, Sulsel ⁱ	0,3–161,6
Biji kacang tanah dari pedagang besar Kab. Sinjai, Sulsel ⁱ	41,3
Bumbu kacang tanah ^a	83
Bumbu pecel ^{e,f}	0–221
Gado-gado ^g	12,4–52,5
Karedok ^g	60
Ketoprak ^g	10–25
Ketupat tahu ^g	10
Kacang goreng ^g	30
Kacang rebus ^a	80
Kacang garing/asin ^a	Td
Kacang garing/asin ^e	< 5
Kacang telur (flour coated peanut) ^a	Td
Kacang telur (flour coated peanut) ^e	< 15
Enting-enting gepuk ^{e,f}	0–24
Selai kacang tanah (peanut butter) ^a	13
Selai kacang tanah (peanut butter) ^d	10
Tempe kacang tanah ^d	20
Oncom ^a	67
Oncom goreng ^a	41
Cake manis kacang tanah ^a	170
Minyak kacang tanah ^a	61
Bungkil kacang tanah ^a	126

Sumber: ^a Muhilal *et al.* 1971 dalam Mahmud 1989; ^b Dharmaputra *et al.* 1989; ^c Haryadi dan Setiastuti 1994; ^d Goto *et al.* 1999; ^e Dharmaputra *et al.* 2003; ^f Dharmaputra *et al.* 2003; ^g Fardiaz 1997. ^h Rahmianna *et al.* 2007; ⁱ Rahmianna *et al.* 2012; Td = tidak ada data.

BIOLOGI DAN EKOLOGI JAMUR *ASPERGILLUS FLAVUS*

Aspergillus flavus merupakan jamur saprofit yang hidup di dalam tanah dan mampu menginfeksi komoditas penting seperti kacang tanah (gejala *yellow mold*), jagung (gejala *ear rot*) dan biji kapas, sebelum dan setelah panen. Jamur strain toksik dapat meng-

akibatkan aflatoksikosis dan/atau kanker hati pada ternak dan manusia, yang terjadi baik melalui konsumsi produk terkontaminasi maupun melalui pertumbuhan invasif (menyebabkan *aspergillosis*) yang membawa akibat fatal bagi pasien yang sensitif. Jamur ini mampu memproduksi senyawa karsinogenik turunan poliketone dan metabolit sekunder penyebab mutasi yaitu aflatoksin (B_1 , B_2 , G_1 dan G_2) (Horn dan Pitt 1997, Klich 2007), dan senyawa metabolit sekunder yang lain yaitu *cyclopiazonic acid* (CPA) dan *aflatrem* (Georgianna *et al.* 2010; Klich 2007).

Sifat toksisitas *A. flavus* di alam secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi aflatoksinogenik (atau dikenal juga dengan strain toksik) dan non toksik. Strain toksik merupakan strain yang mampu menghasilkan metabolit sekunder aflatoksin, sedangkan strain non toksik adalah strain yang tidak menghasilkan toksin. Salah satu cara membedakan strain toksik dan non toksik adalah dengan membiakkan *A. flavus* pada media ekstrak kelapa (Yusnawan dan Rahmianna 2004). Strain toksik mampu menghasilkan warna perpendaran fluoresen biru pada pengamatan di bawah sinar UV ($\lambda=365$ nm) yang tidak ditemui pada strain non toksik.

a. Fase Saprofit

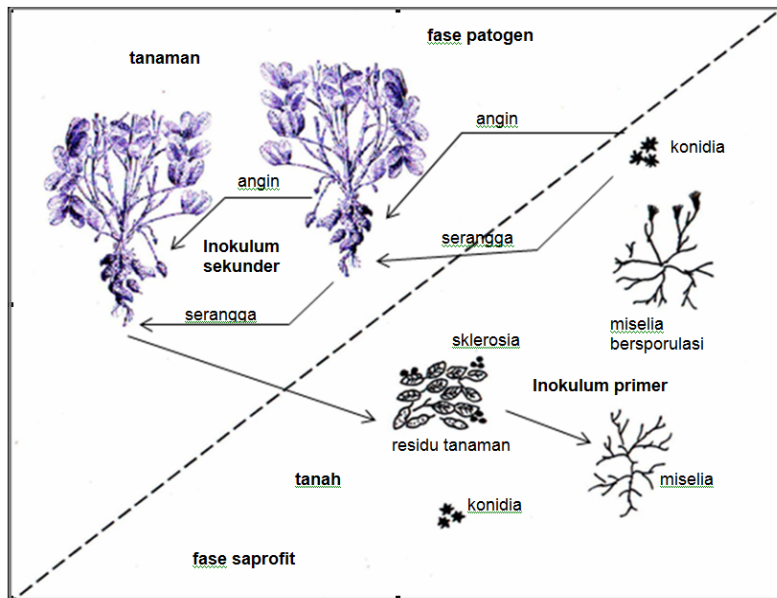
Secara garis besar, siklus hidup *A. flavus* di lapang dapat digolongkan ke dalam dua fase utama, yaitu sebagai saprofit dan patogen (Gambar 1). Sebelum terdapat tanaman inang yang rentan, *A. flavus* secara umum bersifat saprofit. Jamur mampu bertahan dalam bentuk miselia maupun konidia dan dengan segera mengkoloni tanah yang kaya bahan organik. Sumber bahan organik terutama berasal dari sisa-sisa tanaman yang tertinggal setelah panen atau yang tidak dimusnahkan. Propagula *A. flavus* ini dapat menjadi sumber inokulum primer bagi tanaman inang terutama yang berada di dalam tanah, seperti kacang tanah. Selain miselia dan konidia, *A. flavus* juga dapat bertahan di dalam tanah dalam bentuk sklerosia (Abbas *et al.* 2008; Horn 2007).

Informasi sifat saprofit *A. flavus* di dalam tanah masih terbatas. Belum lama ini, Accineli *et al.* (2008) menemukan bahwa keberadaan *A. flavus* di dalam tanah sebagai saprofit secara aktif mensintesis aflatoksin. Hal ini didukung dengan penemuan bahwa transkripsi dari lima gen pengendali biosintesis aflatoksin, yaitu *aflD*, *aflG*, *aflP*, *aflR*, dan *aflS* terdeteksi dengan RT-PCR (*reverse transcription-polymerase chain reaction*) pada tanah mengandung koloni *A. flavus*. Akan tetapi, kelemahan dari temuan ini adalah adanya fakta bahwa tidak semua strain *A. flavus* di alam menghasilkan aflatoksin. Strain *A. flavus* non-toksik secara genetik tidak menghasilkan aflatoksin.

b. Fase Patogen

Fase patogen dimulai ketika tanaman inang utama yang berupa komoditas pertanian ditanam. Pada saat awal tanam, sklerosia yang berada di permukaan tanah berkecambah menjadi sumber inokulum dan berkembang membentuk konidia baru (Gambar 1). Konidia yang terbentuk maupun yang bertahan di tanah tersebar di pertanaman melalui bantuan serangga vektor maupun hembusan angin (Horn 2007; Payne dan Widstrom 1992). Miselia jamur dari perkecambahan konidia menginfeksi jaringan tanaman, termasuk biji kacang tanah, jagung dan kapas melalui luka mikro maupun makro (Horn *et al.* 1995). Selama periode tanam, jaringan tanaman terinfeksi dapat bertindak sebagai sumber inokulum sekunder yang memproduksi konidia baru (Abbas *et al.* 2009). Sumber inokulum sekunder juga berasal dari lepidoptera yang diinfeksi oleh beberapa strain *A. flavus* dan strain yang sama dapat menginfeksi silang antar produk pertanian yang satu dengan

produk pertanian yang lain (Leger *et al.* 2000). Serangga terinfeksi merupakan agens yang efektif untuk penyebaran konidia karena sifat mobilitasnya yang tinggi.



Gambar 1. Biologi dan ekologi *A. flavus* pada tanaman kacang tanah sebagai saprofit dan patogen (Abbas *et al.* 2009 yang dimodifikasi, Yusnawan 2013).

INFEKSI JAMUR *ASPERGILLUS FLAVUS* DAN PRODUKSI AFLATOKSIN

Deraan kekeringan paling tidak selama 20–30 hari dalam periode antara 6–3 minggu menjelang panen akan menciptakan kelembaban tanah yang rendah, dan dengan didukung oleh suhu tanah yang tinggi (25–32 °C) akan menyebabkan terjadinya infeksi jamur *A. flavus* dan kontaminasi aflatoksin (Schearer *et al.* 1999 dalam Wright dan Cruickshank 1999; Sanders *et al.* 1985; Cole *et al.* 1989 dalam Cole *et al.* 1995). Infeksi jamur *A. flavus*, pada polong sebelum dipanen (infeksi prapanen) dan produksi aflatoksin berkaitan erat dengan populasi jamur di dalam tanah, kandungan lengas tanah, dan suhu tanah selama fase perkembangan polong hingga pemasakan biji (Craufurd *et al.* 2006).

Infeksi Jamur *Aspergillus Flavus* pada Biji

Spora jamur *A. flavus* secara alami terdapat di dalam tanah dan di udara, menginfeksi hampir semua lahan kacang tanah di dunia (Diener *et al.* 1982). Infeksi jamur ke dalam polong dapat terjadi ketika polong masih berada di lapang, saat polong dipanen, saat polong dijemur, ketika disimpan di gudang, serta dalam jalur transportasi hingga sampai ke konsumen (Dickens 1977; Diener *et al.* 1987).

Infeksi prapanen dapat terjadi mulai dari saat perkembangan ginofor menjadi polong hingga polong masak apabila polong telah rusak atau luka akibat deraan lingkungan seperti cuaca kering, serangan serangga hama, nematoda, jamur patogen, dan alat-alat penyiangan gulma dan panen (Diener 1973 dalam Diener *et al.* 1982; Diener *et al.* 1982; Keenan dan Savage 1994; Pettit 1984; Cole *et al.* 1995). Selain adanya polong rusak/luka,

keriput/kecil, menurunnya kesehatan tanaman akibat serangan hama dan penyakit merupakan peluang bagi jamur untuk menginfeksi polong. Polong yang rusak sebagai jalan masuknya jamur ke biji, di mana jamur kemudian menginfeksi biji dan berkembang biak membentuk koloni (Diener *et al.* 1982).

Pada periode prapanen, kepekaan biji kacang tanah terhadap infeksi jamur *A. flavus* sangat berkaitan dengan kondisi biotik dan abiotik lingkungan, umur, dan genotipe tanaman (Mixon 1980). Pertumbuhan jamur optimum terjadi pada saat kadar air biji antara 15–30%, yang dicapai apabila kelembaban udara relatif antara 87–98%. Di sisi lain, kadar air biji sangat dipengaruhi oleh kelembaban relatif lingkungan sekitar biji (Porter *et al.* 1982). Pada kadar air biji <15% pertumbuhan jamur akan terganggu (Pettit 1984). Demikian pula pertumbuhan jamur semakin rendah dengan semakin tingginya kandungan air biji >30% (Diener *et al.* 1982). Hal ini karena adanya ketahanan biji terhadap serangan jamur dengan dihasilkannya senyawa antimikroba dan antijamur, *phytoalexin* dengan semakin tingginya kandungan air biji (Basha *et al.* 1994). Jumlah biji yang terinfeksi jamur *A. flavus* meningkat karena cekaman kekeringan selama sekitar 20–25 hari sebelum panen. Azaizeh *et al.* (1989) menyebutkan bahwa infeksi jamur *A. flavus* pada masa prapanen akan terjadi pada saat tanaman terdera kekeringan dikombinasikan dengan suhu di *geocarpophosphere* (daerah sekitar polong) antara 25–38 °C. Tampak bahwa infeksi jamur *A. flavus* pada biji berhubungan erat dengan tingkat kelembaban tanah pada fase generatif akhir yang mempengaruhi kadar air polong. Turunnya kadar air polong akan mengurangi aktifitas metabolisme biji sehingga biji lebih peka terhadap infeksi jamur (Sanders *et al.* 1981).

Di lapang, tingkat infeksi dan pertumbuhan jamur *A. flavus* pada biji dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk lensa tanah, suhu tanah, dan kelembaban udara relatif. Kondisi kering (tegangan air tanah 18 bar) dengan suhu tanah sekitar 30 °C selama 50 hari pada akhir masa pertumbuhan tanaman menyebabkan tingkat infeksi dapat mencapai 80% (Sanders *et al.* 1981). Kondisi lingkungan yang kering dan panas akan mendukung perkembangan jamur *A. flavus* karena berkurangnya mikroba pesaing, turunnya kadar air pada biji yang akan mempercepat proses pemasakan dan menurunkan kegiatan fisiologis biji serta menghilangkan kemampuan produksi *phytoalexin* (Wotton dan Strange 1987; Dorner *et al.* 1989 dalam Keenan dan Savage 1994).

Saat panen erat hubungannya dengan tingkat kemasakan biji. Kacang tanah termasuk tanaman *indeterminate*, berbunga hampir sepanjang masa pertumbuhan tanaman, sehingga biji masak pada waktu yang berbeda. Selain itu, serangan penyakit daun dan kekeringan terutama pada fase generatif sering mengharuskan kacang tanah dipanen awal. Pada kondisi yang demikian ini kemungkinan banyak biji yang belum masak. Di sisi lain, biji yang belum masak lebih mudah terserang jamur *A. flavus*. Pada penanganan pasca-panen, peluang infeksi jamur *A. flavus* menjadi lebih besar bila dilakukan penundaan waktu panen dan pengeringan, terlebih pada musim hujan. Demikian pula proses pengeringan, harus segera dilakukan maksimal 48 jam setelah pemanenan (Cardona *et al.* 1989 dalam Ginting dan Beti 1996). Menurut Sumartini *et al.* (2006), tingkat infeksi *A. flavus* pada polong kacang tanah yang diperam/disimpan 24 jam setelah panen relatif sama dengan yang tidak diperam mengingat kontaminasi aflatoksin biasanya terjadi bila kacang tanah tidak dikeringkan dalam waktu 48 jam (Ingantileke 1987 dalam Cardona *et al.* 1989). Itulah sebabnya, beberapa industri besar pengolahan kacang tanah, seperti Kacang Garuda dan Dua Kelinci hanya menerima pasokan bahan baku polong kacang tanah yang dipanen tidak lebih dari 48 jam.

Produksi Senyawa Aflatoksin pada Biji

Ketika jamur berhasil masuk ke dalam polong melalui luka makro maupun mikro pada kulit polong (Porter *et al.* 1986), maka akan menginfeksi biji. Pada periode itu jamur sebagai makhluk hidup melaksanakan metabolisme dan aflatoksin merupakan salah satu senyawa hasil metabolisme tersebut. Produksi aflatoksin di dalam biji dipengaruhi oleh komposisi genetik individu isolat jamur, komposisi substrat, organisme kompetitor, kadar air biji maupun kelembaban relatif lingkungan sekitar biji, serta suhu (Diener *et al.* 1982; Pettit 1984; Keenan and Savage 1994). *A. flavus* optimum menghasilkan aflatoksin pada kadar air substrat 15–30%, kondisi suhu 25–30 °C dan kelembaban nisbi 85% (ICAR 1987). Kontaminasi aflatoksin pada kacang tanah dapat terjadi sejak tanaman masih berada di lapang sampai dengan penyimpanan mulai di tingkat pedagang pengumpul hingga prosesor karena spora *A. flavus* secara alami terdapat di tanah dan udara. Kontaminasi aflatoksin dapat terjadi pada saat polong belum dipanen, setelah panen dan sebelum polong dikeringkan (Porter *et al.* 1982), selama proses pengeringan dan setelah disimpan (Diener *et al.* 1982).

Faktor-Faktor Pemicu Kontaminasi Aflatoksin

Faktor lingkungan

Parameter lingkungan prapanen yang paling penting dalam produksi aflatoksin adalah lengas dan suhu tanah di sekitar polong. Kekeringan dan suhu tanah yang tinggi selama periode pengisian polong hingga pemasakan biji meningkatkan produksi aflatoksin. Deraan kekeringan yang tinggi pada saat 4 hingga 6 minggu sebelum kacang tanah dipanen sangat berpeluang untuk terbentuknya aflatoksin di dalam biji yang sudah terinfeksi jamur *A. flavus*. Sedangkan suhu tanah yang optimum untuk produksi aflatoksin antara 26,3–30,5 °C (Keenan dan Savage 1994; Schearer *et al.* 1999 dalam Wright dan Cruickshank 1999). Peluang terkontaminasi aflatoksin pada biji bernas menjadi semakin tinggi ketika cekaman kekeringan terjadi mulai fase pengisian polong hingga saat panen (Dorner 2008b).

Peran dan mekanisme secara pasti cekaman kekeringan dan suhu tinggi terhadap kontaminasi aflatoksin belum dapat dijelaskan secara pasti (Klich 2007). Suhu tinggi dan kekeringan diduga berpengaruh secara langsung terhadap fisiologi tanaman, sebagai contoh adalah kekeringan menginduksi peningkatan *proline* dan senyawa ini dilaporkan memicu pembentukan aflatoksin (Payne dan Hagler 1983). Selain itu, pembentukan *phytoalexin* terhambat oleh deraan kekeringan. Kemungkinan lain adalah jamur kompetitor *A. flavus* tidak berkembang secara optimal pada kondisi kekeringan dan suhu tinggi, sedangkan *A. flavus* yang termasuk *xerotolerant* atau toleran terhadap suhu tinggi (25–42 °C) masih mampu bertahan (Klich 2007). Oleh karena itu, salah satu tindakan yang dianjurkan untuk mencegah infeksi jamur *A. flavus* dan kontaminasi aflatoksin adalah pengairan (Wilson and Stansell 1983). Pada kadar air yang tinggi, biji kacang tanah mampu menghasilkan senyawa *phytoalexin* yang berfungsi sebagai penghambat perkecambahan spora dan pertumbuhan hifa jamur *A. flavus* yang menginfeksi biji, sehingga berpeluang menekan kontaminasi aflatoksin (Wotton dan Strange 1987, Cookey *et al.* 1988). Kandungan air tanah yang tinggi di sekitar polong selama fase generatif hingga panen diyakini sebagai kondisi fisiologis yang prima bagi polong dan biji sehingga terhindar dari infeksi jamur dan kontaminasi aflatoksin. Pengairan yang cukup terutama pada fase generatif akhir sangat dianjurkan untuk menjaga kadar air biji lebih tinggi dari 30%, kulit polong tetap utuh sehingga

mampu menekan kontaminasi aflatoksin meskipun suhu tanah berada pada kisaran yang optimal untuk produksi aflatoksin.

Kedadaan fisik polong dan biji

Kondisi fisik polong dan biji pada umur tanaman yang berbeda ternyata juga berpengaruh terhadap kontaminasi aflatoksin. Biji rusak atau yang masih muda mempunyai kandungan aflatoksin lebih tinggi daripada biji yang utuh maupun sudah berada pada umur panen (Dorner *et al.* 1989 dalam Rucker *et al.* 1994; Keenan dan Savage 1994). Hal ini kemungkinan karena kadar air biji yang *immature* (42%) lebih tinggi dari biji yang *mature* (28%) pada saat panen (Rucker *et al.* 1994 dalam Rucker *et al.* 1994). Sanders *et al.* (1981) dan Sanders *et al.* (1993) menunjukkan bahwa pada kondisi terdara kekeringan dan suhu lingkungan yang tinggi maka kontaminasi aflatoksin terjadi lebih dahulu dan pada tingkat yang lebih parah pada biji muda. Hal ini karena pada kondisi terdara kekeringan dan cekaman suhu tinggi, mekanisme resistensi biji muda terhadap serangan jamur *A. flavus* dan kontaminasi aflatoksin akan hilang lebih awal. Kondisi kering dan suhu tinggi akan meningkatkan kepekaan polong terhadap serangan jamur karena menurunkan kandungan air dan kegiatan fisiologis polong maupun biji, serta meningkatnya serangan hama (Diener *et al.* 1982 dalam Rahmianna dan Taufiq 2003).

Tindakan pascapanen

Penundaan pengeringan, terutama pada musim hujan akan memberi peluang bagi pertumbuhan *A. flavus* yang optimum menghasilkan aflatoksin pada kadar air substrat 15–30%, kondisi suhu 25–30 °C dan kelembaban relatif 85% (ICAR 1987). Adanya polong/biji luka pada saat perontokan dan pengupasan biji juga memberi peluang bagi infeksi jamur dan kontaminasi aflatoksin (Woodroof 1983 dalam Ginting dan Beti 1996). Sedang dalam penyimpanan, kadar air tinggi (>9%), kondisi penyimpanan yang lembab dan panas serta rendahnya sanitasi dan perlindungan ruang penyimpan terhadap infestasi hama, akan memacu kontaminasi aflatoksin. Tindakan mencampur polong kacang tanah dari berbagai petani dengan kondisi mutu yang beragam, seperti yang biasanya dilakukan oleh pedagang pengumpul, juga memberi peluang lebih besar bagi kontaminasi aflatoksin.

Di sisi lain, tingkat kesadaran dan pengetahuan yang masih rendah terhadap bahaya aflatoksin, baik di tingkat petani, penebas, pedagang dan prosesor, juga memperbesar peluang terjadinya kontaminasi aflatoksin (Ginting dan Beti 1996). Hal ini dapat dilihat dari penentuan harga di tingkat pedagang yang hanya berdasarkan mutu fisik dan tidak adanya pembedaan harga jual antara polong yang baik dengan polong jelek di tingkat petani akibat sistem tebasan. Dengan demikian, dapat dipahami kekurangpedulian petani untuk menangani sendiri hasil panennya dengan baik. Demikian pula di tingkat prosesor, terutama skala kecil yang cenderung memilih bahan baku dengan harga yang relatif murah tanpa mempertimbangkan kualitasnya.

Lama Penyimpanan

Peningkatan kandungan aflatoksin sepanjang mata rantai perdagangan merupakan akumulasi cemaran aflatoksin mulai dari panen hingga saat itu. Hal ini disebabkan oleh: 1) sifat resistensi dari aflatoksin di dalam biji yang tidak dapat terdegradasi, dan 2) terdapatnya jamur yang tumbuh. Kondisi penyimpanan yang kedap udara di dalam kantong plastik telah menghasilkan lingkungan dengan kandungan oksigen rendah yang memacu jamur memproduksi aflatoksin.

STRATEGI PENCEGAHAN CEMARAN AFLATOKSIN

Hal penting untuk mencegah kontaminasi aflatoksin adalah usaha pengendalian infeksi jamur dengan mencegah masuknya jamur pada biji kacang tanah. Pada prinsipnya penerunan atau pencegahan infeksi jamur *A. flavus* adalah dengan mengusahakan supaya polong tetap utuh (tahan deraan fisik lingkungan) atau kulit ari biji mempunyai mekanisme menolak infeksi jamur. Salah satu teknologi yang mampu mencegah kontaminasi jamur *A. flavus* adalah penanaman varietas dengan biji yang tahan terhadap serangan jamur *A. flavus* (Rahmianna dan Hardaningsih 2004).

Sedangkan perlakuan tatacara budidaya tanaman pada intinya dilakukan untuk menekan kerusakan polong, terbelahnya biji atau robeknya kulit ari biji akibat serangan hama, kerusakan mekanis atau kekeringan (ODNRI 1983). Usaha untuk mencegah infeksi jamur *A. flavus* harus sudah dimulai sejak tanaman masih di lapang dan berlanjut pada tingkat pascapanen, hingga siap sampai di konsumen.

Kontaminasi aflatoksin hanya terjadi apabila jamur *A. flavus* berada pada biji dengan kadar air tinggi, lingkungan dengan kandungan lengas tanah tinggi, dan suhu optimal antara 25–32 °C (Schearer *et al.* 1999 dalam Wright dan Cruickshank 1999). Dengan demikian pengendalian kontaminasi bisa dilakukan mulai dari saat prapanen hingga pascapanen.

Pengendalian Prapanen

Di Indonesia, kacang tanah ditanam di lahan sawah pada musim kemarau dengan pengairan terbatas atau tadah hujan dan di lahan tegal pada akhir musim hujan pada kondisi tadah hujan. Oleh karena itu tanaman ini sangat berpeluang untuk mengalami cekaman kekeringan terutama pada fase generatif tanaman. Deraan kekeringan paling tidak selama 20 hari (antara 3–6 minggu) menjelang panen akan menyebabkan terjadinya infeksi jamur *A. flavus* dan kontaminasi aflatoksin. Kontaminasi aflatoksin tidak dapat dihilangkan 100% melalui proses pengolahan menjadi produk makanan atau pakan, sehingga perlu dikendalikan melalui penanganan pra-dan-pascapanen yang tepat serta sortasi bahan baku yang ketat sebelum pengolahan. Oleh karena itu tindakan pengendalian yang dianjurkan pada masa prapanen antara lain sebagai berikut.

1. Tanam awal untuk mengoptimalkan lengas tanah untuk pertumbuhan tanaman, menghindarkan tanaman dari kekeringan dan infeksi hama pada fase generatif akhir (Pettit 1984).
2. Pengairan pada masa kekeringan untuk mencegah stress. Pengairan yang cukup terutama pada fase generatif akhir sangat dianjurkan untuk menekan kontaminasi aflatoksin meskipun suhu tanah berada pada kisaran yang optimal untuk produksi aflatoksin.
3. Populasi jamur *A. flavus* di dalam tanah akan berkurang dengan pemberian hara kalsium pada kondisi tanah mengering (tanpa pengairan) (Wiatrak *et al.* 2006). Aplikasi kapur menyebabkan kulit ari biji menjadi lebih tebal, sehingga menurunkan tingkat infeksi jamur *Aspergillus* spp. dan *Penicillium* spp. pada biji (Fernandez *et al.* 1997). Berkurangnya infeksi jamur *A. flavus*, selain karena penebalan kulit biji setelah aplikasi kapur, juga adanya perbedaan ketahanan kulit ari biji genotipe/varietas terhadap infeksi jamur *A. flavus* (Kasno *et al.* 2011).
4. Aplikasi dolomit pada saat pengisian polong mampu menurunkan bobot biji keriput sehingga meningkatkan bobot biji bernaas. Bahwa populasi jamur *A. flavus* di daerah

polong pada saat tanaman berumur 55 HST akan menyebabkan kerusakan biji karena hifa jamur *A. flavus* yang telah masuk ke dalam polong akan berkembang dan membentuk spora pada kulit ari biji. Proses sporulasi dirangsang oleh *linoleic acid* dan *hydroperoxylenic acid* yang terkandung di dalam biji. Sangat wajar apabila kemudian biji mengalami pengurangan padatan sehingga menjadi keriput ketika dikeringkan.

Pengendalian Pascapanen

Penanganan pascapanen kacang tanah perlu memperhatikan hal-hal berikut ini.

1. Pemanenan sebaiknya dilakukan pada saat masak optimum (umur antara 90–100 hari, tergantung varietasnya) atau dengan kriteria minimal 75% polong telah terbentuk per tanaman dan bagian kulit dalam polong berwarna gelap. Tepat panen yaitu panen pada saat sebagian besar polong telah masak. Saat panen erat hubungannya dengan tingkat kemasakan biji, biji yang belum masak lebih mudah terserang jamur *A. flavus*, demikian pula biji yang lewat masak. Di tingkat petani, serangan penyakit daun dan kekeringan terutama pada fase generatif sering mengharuskan kacang tanah dipanen awal. Pada kondisi ini kemungkinan banyak biji yang belum masak.
2. Pada saat pemanenan, polong kacang tanah yang terinfeksi jamur dan busuk dipisahkan dari yang baik untuk mencegah kontaminasi lebih lanjut (Dorner 2008a).
3. Perontokan dengan cara manual (dipetik) memberi risiko kecil untuk polong rusak/luka, namun kapasitasnya rendah (8–10 kg/jam/orang). Penggunaan alat perontok yang kapasitasnya lebih besar, baik manual maupun mekanis dapat dilakukan, namun tingkat kerusakan polong diusahakan sekecil mungkin. Perontokan harus dilakukan secepat mungkin. Sebelum 24 jam sebaiknya kacang tanah sudah selesai dirontokkan kemudian dijemur atau dikeringanginkan (*diler*, jawa) untuk mencegah berkembangbiaknya jamur *A. flavus* dan kontaminasi aflatoksin pada biji.
4. Pengeringan harus dilakukan segera sampai kadar air 9% untuk polong dan 7% untuk biji agar aman dari risiko infeksi jamur. Menurut Paramawati *et al.* (2006), penurunan kadar air polong kacang tanah hingga <12% dalam 2 hari, menunjukkan tingkat kontaminasi aflatoksin yang cukup rendah (0,4–3,8 ppb). Pengeringan dilakukan tanpa penundaan, dengan demikian panen musim hujan harus terus dikeringanginkan selama hari hujan atau mendung.
5. Pengupasan polong harus semaksimal mungkin menghindari terjadinya biji luka/rusak karena merupakan media yang baik bagi infestasi hama dan jamur.
6. Penyimpanan dilakukan dengan menggunakan bahan pengemas kedap udara pada kondisi ruang penyimpanan yang sejuk (suhu 27 °C) dan kering (kelembaban nisbi 56–70%). Penggunaan kantong plastik PP tebal 0,05 mm untuk menyimpan biji kacang tanah dengan kadar air awal <7%, efektif menekan kerusakan biji (<2%) dan kontaminasi aflatoksin (3,9 ppb) selama 4 bulan penyimpanan (Ginting 2006). Untuk skala besar, Dharmaputra (2002) menyarankan penyimpanan biji kacang tanah (kadar air 8%) dalam karung goni yang dirangkap dengan kantong plastik PE tipis karena efektif sampai 6 bulan dengan kadar aflatoksin 16,8 ppb. Sementara untuk penyimpanan dalam bentuk polong, disarankan dalam karung plastik yang dirangkap dengan kantong plastik PP karena kadar aflatoksin B₁ selama penyimpanan 3 bulan pada suhu kamar hanya sebesar 2,2 ppb (Hakim 2009).
7. Pemisahan polong dan biji kacang tanah yang muda, keriput, busuk, luka/rusak dan berjamur dari polong yang baik pada setiap tahapan kegiatan pascapanen dan dalam pemilihan (seleksi) bahan baku sebelum diolah juga merupakan upaya pengenda-

lian/pencegahan kontaminasi aflatoksin yang efektif karena dapat mengurangi 40–80% kandungan aflatoksin (Park 2002). Biji yang ringan dan berukuran kecil karena dipanen muda relatif lebih tinggi tingkat kontaminasinya dibandingkan dengan biji yang padat (utuh) dan berukuran besar (Dorner 2008a). Oleh karena itu, untuk bahan baku kacang garing, kenampakan polong disyaratkan harus bersih, segar, sehat, tidak busuk, kulit tidak pecah, polong besar dan bagus, tingkat kematangan merata, isi biji penuh, berbiji dua atau tiga (Kacang Garuda Grup 2005). Sedang untuk biji kering (ose), biji harus segar, tidak busuk atau berjamur, ukuran biji OB (500 buah/ons dan 7 mm atau 350 biji/ons), ukuran biji seragam, tidak belah, kulit ari tidak terkelupas dan kadar air 5–7% (PT Dwi Kelinci 2005).

8. Pengolahan menjadi produk makanan. Meskipun aflatoksin tidak bisa hilang secara tuntas, ternyata pengolahan menjadi beberapa produk menurunkan kadar racun karena sifat senyawa tersebut yang stabil dan tahan panas (ICAR 1987 *dalam* Ginting dan Beti 1996). Kacang yang digoreng dengan minyak pada suhu 150 °C selama 12 menit ternyata tidak bisa menghilangkan tuntas aflatoksin di dalam biji tetapi menurunkan kandungan racun sebanyak 34% (Mahmud 1989 *dalam* Ginting dan Beti 1996). Proses fermentasi biji kacang tanah dengan jamur *Rhizopus* menjadi oncom hitam ternyata sangat efektif menurunkan kadar racun sebanyak 86,6%. Pengolahan kacang menjadi *peanut butter* (selai kacang, dioleskan di atas roti tawar) menurunkan 79,4%, ekstraksi menjadi minyak 77,6%, kacang dipres secara hidrolis 47,1% (Ferdiaz 1991 *dalam* Ginting dan Beti 1996).
9. Pengurangan kandungan aflatoksin juga dapat dilakukan melalui proses pengolahan kacang tanah menjadi produk olahan dengan tingkat yang bervariasi (Tabel 4). Perlakuan pemanasan, seperti perebusan, penyangraian dan penggorengan hanya dapat menurunkan kadar aflatoksin 33–75% karena sifatnya yang tahan panas (titik cair 268–269 °C) (Buchi dan Rae 1969 *dalam* Dharmaputra *et al.* 2003). Namun, pemanasan dengan *microwave* pada suhu 124 °C selama 15 menit dapat menurunkan 96% aflatoksin B₁ (Farag *et al.* 1996). Kombinasi perendaman dalam larutan kapur dan garam dengan pemanasan dan pengepresan pada pembuatan kacang tanah lemak rendah, dapat menurunkan 56,96% aflatoksin B₁ (Ansori 2004). Demikian pula pada pengolahan kacang garing yang diawali dengan pemilihan bahan baku yang baik, perebusan dengan garam dan pengeringan dalam oven, rata-rata kandungan aflatoksin B₁ <5 ppb (Tabel 4). Pencucian polong kacang tanah dengan larutan garam 1% dan ekstrak bawang putih 20% juga dilaporkan efektif menekan infeksi *A. flavus*, masing-masing sebesar 29,7% dan 22,6% dibanding dengan tanpa pencucian (36,1%) (Sumartini *et al.* 2006). Sementara pada pembuatan *oncom* (fermentasi), pengurangan aflatoksin dapat mencapai 50–86,6% (Tabel 4).
10. Perlakuan fisik, seperti penjemuran biji kacang tanah di bawah sinar matahari selama 7 jam dapat mengurangi 10,2% aflatoksin B₁. Perlakuan kimia, seperti penggunaan garam dapur (5%), asam propionat (1%) dan asam asetat (2,5%) pada penyimpanan 90 hari biji kacang tanah, mampu mengurangi aflatoksin 99,5–100% (Reddy 1996), namun dapat berpengaruh terhadap sifat sensorisnya, terutama rasa. Amoniasi juga efektif menurunkan kadar aflatoksin, efek toksik dan karsinogeniknya sampai >99% (Park 2002).
11. Meskipun perlakuan pengolahan, fisik dan kimia tampaknya efektif untuk mengurangi kandungan aflatoksin pada produk olahan kacang tanah, namun bila kadarnya pada bahan baku biji kacang tanah sudah cukup tinggi karena penanganan pra dan pasca-

panen yang kurang memadai, maka upaya penghilangan melalui proses pengolahan tidak akan mampu mengurangi kadar aflatoksin tersebut sampai ambang batas yang aman untuk dikonsumsi.

Tabel 4. Pengaruh proses pengolahan terhadap pengurangan kandungan aflatoksin pada produk olahan kacang tanah.

Perlakuan pengolahan	Jenis produk	Pengurangan aflatoksin (%)
Perebusan dengan garam, 15 menit ^a	Kacang rebus	33
Penyangraian, 150 °C, 5 menit ^a	Kacang garing	75
Penyangraian 160 °C, 20 menit; sortasi dan penggilingan ^b	Selai kacang	59,5
Penggorengan minyak, 150 °C, 2 menit ^a	Kacang goreng	73
Pemanasan <i>microwave</i> 124 °C, 15 menit ^d	Biji kacang oven	96
Penyangraian 150 °C, 25 menit ^e	Biji kacang sangrai	68,5
Perendaman larutan kapur 0,33%; pengeringan oven 70 °C, 12 jam; pengepresan, perendaman larutan garam 2%, 30 menit; pengeringan oven 160 °C, 1 jam ^f	Kacang tanah rendah lemak	56,96
Fermentasi dengan jamur		
- <i>Neurospora sitophila</i> ^c	Oncom merah	50
- <i>Neurospora sithopila</i> ^b	Oncom merah	58,9
- <i>Rizopus oligosporus</i> ^c	Oncom hitam	70
- <i>Rizopus oligosporus</i> ^b	Oncom hitam	86,6
Ekstraksi minyak dengan:		
- Cara basah ^b	Minyak kacang	77,6
- Hidrolik press ^b	Minyak kacang	47,1
- Pelarut organik ^b	Minyak kacang	75,4
- Penyinaran dengan sinar UV 2 jam ^c	Biji kacang	96
- Perlakuan gas klorin 10% ^c	Biji kacang	90
- Perlakuan dg 10% H ₂ O ₂ pada pH 9,5; RH 80%; 30 menit ^c	Biji kacang	97

Sumber: ^a Reddy 1996, ^b Fardiaz 1991; ^c Mahmud 1989; ^d Farag *et al.* 1996; ^e Ogunsanwo *et al.* 2004, ^f Ansori 2004.

PENUTUP

Untuk mendukung pengembangan agroindustri kacang tanah, diperlukan pengendalian mutu melalui penanganan pra dan pascapanen serta proses pengolahan yang tepat (*good agricultural practices*, *good handling practices* dan *good manufacturing practices*) mulai dari bahan baku polong dan biji kacang tanah sampai produk akhir (*from farm to table*). Pengendalian ini harus melibatkan seluruh *stakeholders*, mulai dari petani produsen, penebas, pedagang sampai industri pengolahan. Peningkatan kepedulian terhadap bahaya aflatoksin melalui sosialisasi dan penyuluhan, penerapan regulasi ambang batas total aflatoksin (20 ppb) dan kebijakan yang memberi insentif harga jual untuk polong/biji kacang tanah yang memenuhi standar mutu, diperlukan guna memacu upaya pengendalian mutu kacang tanah dan produk olahannya dari tingkat petani sampai dengan konsumen. Bentuk kemitraan antara petani dengan industri pengolahan kacang tanah merupakan

salah satu alternatif yang dapat memberi jaminan harga jual yang memadai kepada petani sesuai dengan mutu polong kacang tanah yang dihasilkan, sehingga perlu dibina dan dikembangkan. Sosialisasi cara penentuan mutu dan harga jual di tingkat pabrik perlu dilakukan agar petani/penebas/pedagang pengumpul terdorong untuk menangani hasil panennya dengan baik guna mendapatkan harga jual yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H., J. Wilkinson, R.M. Zablotowicz, C. Accinelli, C. Abel, H. Bruns, and M. Weaver. 2009. Ecology of *Aspergillus flavus*, regulation of aflatoxin production, and management strategies to reduce aflatoxin contamination of corn. *Toxin Reviews*, 28, 142–153.
- Abbas, H.K., C. Accinelli, R.M. Zablotowicz, C.A. Abel, H. Bruns, Y. Dong, and W.T. Shier. 2008. Dynamics of mycotoxin and *Aspergillus flavus* levels in aging Bt and non-Bt corn residues under Mississippi no-till conditions. *J. of Agric. and Food Chem.* 56, 7578–7585.
- Abbas, H.K., R.M. Zablotowicz, and M.A. Locke. 2004a. Spatial variability of *Aspergillus flavus* soil populations under different crops and corn grain colonization and aflatoxins. *Can. J. of Botany*, 82, 1768–1775.
- Abbas, H.K., R.M. Zablotowicz, M.A. Weaver, B.W. Horn, W. Xie, and W.T. Shier. 2004b. Comparison of cultural and analytical methods for determination of aflatoxin production by Mississippi Delta *Aspergillus* isolates. *Can. J. of Microbiol.* 50:193–199.
- Accinelli, C., H.K. Abbas, R.M. Zablotowicz, and J.R. Wilkinson. 2008. *Aspergillus flavus* aflatoxin occurrence and expression of aflatoxin biosynthesis genes in soil. *Can. J. of Microbiol.* 54, 371–379.
- Amaike, S. and N.P. Keller. 2011. *Aspergillus flavus*. *Ann. Rev. of Phytopath.* 49, 107–133.
- Ansori, M. 2004. Reduksi kadar aflatoksin B₁ (AFB₁) pada pengolahan kacang garing melalui optimasi perendaman, pemanasan dan penekanan. Fakultas Pascasarjana UGM (Thesis S₂).
- Azaizah, H.A., R.E. Pettit, O.D. Smith, and R.A. Taber. 1989. Reaction of peanut genotypes under drought stress to *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus*. *Peanut Sci.* 16:109–113.
- Bankole, S.A., B.M. Ogunsanwo, and D.A. Esegbe. 2005. Aflatoxins in Nigerian dry-roasted groundnuts. *Food Chem.* 89:503–506.
- Basha, S.M., B.J. Cole, and S.K. Pancholy. 1994. A phytoalexin and aflatoxin producing peanut seed culture system. *Peanut Sci.* 21:130–134.
- Bhatnagar, D., J. Cary, K. Ehrlich, J. Yu, and T. Cleveland. 2006. Understanding the genetics of regulation of aflatoxin production and *Aspergillus flavus* development. *Mycopath.* 162, 155–166.
- Cardona, T.D., S.G. Ingantileke and A. Noomhorm. 1989. Aflatoxin research on grain in Asia—It's problems and possible solutions. p. 378–394 in Naewbanij (ed). *Proc. of the 12th ASEAN Seminar on Grain Postharvest Technology*. Asian Grain Postharvest Programme. Bangkok.
- Cole, R.J., J.W. Dorner, and C.C. Holbrook. 1995. Advances in mycotoxin elimination and resistance. p. 456–474 in. *Advance in Peanut Sci.*
- Cole, R.J., T.H. Sanders, J.W. Dorner, and P.D. Blakenship. 1989. p. 279–287 in D. McDonald dan V.K. Mehan (eds). *Environmental conditions required to induce preharvest aflatoxin contamination of groundnut*. *Proc. of the Internat. Workshop on Aflatoxin Contamination of Groundnuts*. ICRISAT, Patancheru, India, 6–9 October 1987.
- Cole, R.J., T.H. Sanders, R.A. Hill, and P.D. Blakenship. 1985. Mean geocarphosphere temperature that induce preharvest aflatoxin contamination of peanuts under drought stress. *Mycophat.* 91:41–46.
- Cookey, C.J., P.J. Garratt, S.E. Richards, and R.N. Strange. 1988. A denyl stilbene phytoalexin from *Arachis hypogaea*. *Phytochem.* 27(4):1015–1016.
- Craufurd P.Q., Prasad P.V.V., Waliyar F., and Taheri A. 2006. Drought, pod yield, pre-harvest

- Aspergillus* infection and aflatoxin contamination on peanut in Niger. *Field Crops Res.* 98 (1):20–29.
- Crop Link. 2000. Aflatoxin in groundnut. Tip to reduce the risk. Queensland. Australia: Dept. Primary Industries Farming Syst. Inst. 12 p.
- Daren, X. Dan W. Shengyu. 1997. Status and management of aflatoxin contamination in groundnut in China p. 23–26 in V.K. Mehan dan C.L.L. Gowda (Eds.). *aflatoxin Contamination Problems in Asia: Proceeding of the First Asia Working Group Meeting, 27–29 May 1996*, in Hanoi, Vietnam. ICRISAT, India.
- Dharmaputra O.S. 2002. Review on aflatoxin in Indonesian food and feedstuff and their product. *Biotropia* 19, 26–46.
- Dharmaputra O.S., H.S.S. Tjitrosomo, H. Susilo dan Sulaswati. 1989. *Aspergillus flavus* and aflatoxin in peanuts collected from three markets in Bogor, West Java, Indonesia. p. 110–123 in J.O. Naewbanij (Eds.). *Grain Postharvest Research and Development: Priorities for the nineties. Proc. of the 12nd ASEAN Seminar on Grain Postharvest Technology*. Surabaya, 29–31 August 1989. AGPP. Bangkok.
- Dharmaputra, O.S., I. Retnowati., A.S.R. Putri, dan S. Ambarwati. 2003. *Aspergillus flavus* and aflatoxin in peanuts at various stages of delivery chain in Pati regency. Paper presented at 21st ASEAN/3rd APEC Seminar in Postharvest Technology in Nusa Dua, Bali, Indonesia, 23–26 August 2003.
- Dickens, J.W. 1977. Aflatoxin occurrence and control during growth, harvest and storage of peanuts. p. 99–105 in. J.V. Rodricks, C.W. Hesseltine and M.A. Mehlman (Eds.). *mycotoxin in Human and Animal Health*. Pathotox Publ. Inc., Illinois. USA.
- Diener, U.L., R.J. Cole, T.H. Sanders, G.A. Payne, L.S. Lee, and M.A. Klich. 1987. Epidemiology of aflatoxin formation by *Aspergillus flavus*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25:249–270.
- Diener. U.L., R.E. Pettit, and R.J. Cole. 1982. Aflatoxin and other mycotoxins in peanut. pp. 486–519 in H.F. Patte and C.T. Young (Eds.). *Peanut Sci. and Tech. Am. Peanuts Res. and Educ. Soc. Inc. Texas*.
- Dorner J.W. 2008a. Management and prevention of mycotoxin in peanuts. *Food Additives and Contaminants. Part A.* 25(2):203–208.
- Dorner J.W. 2008b. Relationship between kernel moisture content and water activity in different maturity stages of peanuts. *Peanut Sci.* 35(2):77–80.
- Dorner, U.L., R.J. Cole, T.H. Sanders, and P.D. Blakenship. 1989. Interrelationship of kernel water activity, soil temperature, maturity and phytoalexin production in preharvest aflatoxin contamination of drought stressed peanuts. *Mycopath.* 105(5):117–128.
- FAOSTAT. 2009. Statistical data of food balance sheet. www.fao.org (acessed on 27 February 2014).
- Farag, R.S., M.M. Rashed and A.A.A. Abo Higger. 1996. Aflatoxin destruction by microwave heating. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 47:197–208.
- Fardiaz, S. 1991. Destruction of aflatoxin during processing of aflatoxin-contaminated peanuts into different peanut products. *Indon. J. Trop. Agric.* 3(1):27–31.
- Fardiaz, S. 1997. Keamanan makanan tradisional dan upaya peningkatannya. hlm. 54–63. *dalam* Budijanto, S., F. Zakaria, R. Dewanti-Hariyadi, B. Satiawiharja (ed). *Pros. Seminar Nasional Teknologi Pangan Denpasar 16–17 Juli 1997*. Buku II. PATPI-Menpangan RI.
- Fernandez E.M., Rosolem C.A., Maringoni A.C., and Oliveira D.M.T. 1997. Fungus incidence on peanut grain as affected by drying method and Ca nutrition. *Field Crops Res.* 52(1–2):9–15.
- Georgianna, D.R., N.D. Fedorova, J.L. Burroughs, A.L. Dolezal, J.W. Bok, S. Horowitz-Brown, C.P. Woloshuk, J. Yu, N.P. Keller, and G.A. Payne. 2010. Beyond aflatoxin: four distinct expression patterns and functional roles associated with *Aspergillus flavus* secondary meta-

- bolism gene clusters. *Molecular Plant Pathol.* 11, 213–226.
- Ginting, E. 2006. Mutu dan kandungan aflatoksin biji kacang tanah varietas Kancil dan Mahesa yang disimpan dalam beberapa jenis bahan pengemas. *Jurnal Agrikultura* 17(3):165–172.
- Ginting, E. dan J.A. Beti. 1996. Upaya penyediaan bahan baku 'bebas' aflatoksin mendukung agroindustri kacang tanah. hlm. 388–405 *dalam* N. Saleh, K. Hartojo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono dan A. Winarto (ed). *Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Edisi Khusus Balitkabi No. 7–1996.
- Ginting, E. Rahmianna, A.A. dan Yusnawan, E. 2003. Pengendalian kontaminasi aflatoksin pada produk olahan kacang tanah melalui penanganan pra dan pascapanen. *Petunjuk Teknis Rakitan Teknologi Pertanian*. Hlm. 123–136 *dalam* Mat Syukur, Gatot Kartono dan Endang Widayati (editor). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur.
- Goto, T. 1990. Mycotoxins: Current situation. *Food Reviews International* 6(2):265–290.
- Goto, T., E. Ginting, S.S. Antarlina, J.S. Utomo, Y. Ito dan S. Nikkuni. 1999. Aflatoxin contamination and fungi isolated from Indonesian agricultural commodities. *Proc. of Internat. Symp. of Mycotoxicology '99*. Mycotoxin Contamination: Health Risk and Prevention Project. Chiba, Japan, September 9–10, 1999. p 211–215.
- Hakim, L. 2009. Pengendalian kontaminasi aflatoksin B1 pada kacang tanah (*A. hypogaeae*, L.) melalui pengaturan pengemasan dan penyimpanan. Fakultas Pascasarjana UGM (Thesis S₂).
- Horn, B.W. 2007. Biodiversity of *Aspergillus* section flavi in the United States: a review. *Food Additives and Contaminants*, 24, 1088–1101.
- Horn, B.W. and J. Pitt. 1997. Yellow mold and aflatoxin. *In* D.P. Kokalis-Burelle, R. Rodriguez-Kabana, D.H. Smith, Subrahmanyam (eds.). *Compendium of Peanut Diseases*. St. Paul, MN, USA: Am. Phytopathol. Soc.
- Horn, B.W., R.L. Greene, and J.W. Dorner. 1995. Effect of corn and peanut cultivation on soil populations of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* in southwestern Georgia. *Appl. and Environ. Microbiol.* 61, 2472–5.
- Horn, B.W., R.L. Greene, and J.W. Dorner. 2000. Inhibition of aflatoxin B1 production by *Aspergillus parasiticus* using nonaflatoxigenic strains: role of vegetative compatibility. *Biological Control*, 17, 147–154.
- ICAR. 1987. Aflatoxin in Groundnuts. ICAR. New Delhi.
- Kacang Garuda Group. 1998. Kebutuhan dan kualitas kacang tanah sebagai bahan baku industri. *Dalam* A. Harsono, N. Nugrahaeni, A. Taufiq dan A. Winarto (Eds.). *teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Kacang Tanah*. Edisi Khusus Balitkabi No. 12–1998. Balitkabi. Malang. p 14–19.
- Kacang Garuda Group. 2005. Pemberdayaan petani dan optimalisasi lahan melalui pengembangan kemitraan kacang tanah. Disampaikan pada 'Pertemuan Koordinasi Instansi Terkait dalam Rangka UPSUS Pengembangan Kacang Tanah Menuju Swasembada' pada tanggal 28–30 September 2005 di Yogyakarta yang diselenggarakan oleh Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. 9 hlm.
- Kasno A., Trustinah, Purnomo J., and Sumartini. 2011. Seed coat resistance of groundnut to *Aspergillus flavus* and their stability performance in the field. *Agrivita* 33(1):53–62.
- Keenan, J.L., and G.P. Savage. 1994. Mycotoxins in groundnut, with special reference to aflatoxin. p. 509–551. *In*. J. Smartt (Eds.). *The Groundnut Crop*. Chapman and Hall. London, United Kingdom.
- Klich, M.A. 2007. *Aspergillus flavus*: the major producer of aflatoxin. *Molecular Plant Pathol.* 8, 713–722.
- Leger, S., J. Raymond, Screen, E. Steven, Shams-Pirzadeh, and Bijan. 2000. Lack of host specialization in *Aspergillus flavus*. *Appl. and Environ. Microbiol.* 66, 320–324.

- Lewis, L., M. Onsongo, H. Njapau, H. Schurz-rogers, G. Lubber, S. Kieszak, J. Nyamongo, L. Backer, A.M. Dahiye, A. Misore, K. Decock, and C. Rubin. 2005. Aflatoxin contamination of commercial maize products during an outbreak of acute aflatoxicosis in Eastern and Central Kenya. *Environ. Health Perspect.* 113.
- Mahmud, M. 1989. Groundnut aflatoxin problems in Indonesia. p. 215–222. *In* D. McDonald dan V.K. Mehan (ed). *Proc. of the International Workshop on Aflatoxin Contamination of Groundnuts*. ICRISAT, Patancheru, India, 6–9 October 1987.
- Mixon, A.C. 1980. Potential for aflatoxin contamination in peanut (*Arachis hypogaea* L.) before and soon after harvest. A Review. *J. Environ. Qual.* 9(3):344–349.
- Mobeen, A.K., Aflab, A., Asif, A., and Zuzzer, A.S. 2011. Aflatoxin B₁ and B₂ contamination of peanut and peanut products and subsequent microwave detoxification. *J. Pharm. Nutr. Sci.* 1(1):1–3.
- Murphy, P.A., S. Hendrich, C. Landgren, and C.M. Pryant. 2006. Food mycotoxins: An update. *J. Food Sci.* 71(5):R51–R65.
- ODNRI (Overseas development Natural Resources Institute). 1983. *Pest Control in Groundnuts. Pans Manual No. 2. Overseas Dev Natural Resources Inst.* Chatman. UK. 197 pp.
- Ogunsanwo, B.M., Faboya, O.O.P., Idowu, O.R., Lawal, O.S., and Bankole, S.A. 2004. Effect of roasting on the aflatoxin contents of Nigerian peanut seeds. *African J. Biotech.* 3(9):451–455.
- Paramawati, R., R.W. Arief dan S. Triwahyudi. 2006. Upaya menurunkan kontaminasi aflatoxin B₁ pada kacang tanah dengan teknologi pascapanen (Studi kasus di Lampung). *J. Enjiniring Pertanian* 4(1):1–8.
- Park, D.L. 2002. Effect of processing on aflatoxin. *Adv. Exp. Med. Biol.* 504:173–179.
- Parmawati, R., P. Widodo, U. Budiarti and Handaka. 2006. The role of postharvest machines and packaging in minimizing aflatoxin contamination in peanut. *Indonesian J. Agric. Sci.* 7(1):15–19.
- Payne, G.A. 1998. Process of contamination by aflatoxin-producing fungi and their impacts on crops. *In* K.K. Sinha and D. Bhatnagar (eds.). *Mycotoxins in Agriculture and Food Safety*. New York: Marcel Dekker.
- Payne, G.A. and N.W. Widstrom. 1992. Aflatoxin in maize. *Critical Rev. in Plant Sci.* 10, 423–440.
- Payne, G.A. and W.M. Hagler. 1983. Effect of specific amino acids on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus* in defined media. *Appl. and Environ. Microbiol.* 46, 805–812.
- Pettit, R.E. 1984. Yellow mold and aflatoxin. P. 35–36. *In*: D.M. Porter *et al.* (Eds.). *Compendium of Peanut Diseases*. The Am. Phytophat. Soc.
- Porter, D.M., D.H. Smith and R. Rodriguez Kabana. 1982. Peanut plant diseases. p. 326–410. *In*. H.F. Patee and C.T. Young (Eds.). *Peanut Sci. and Tech.* Am. Peanut Res. and Educ. Soc. Inc. Texas.
- Porter, D.M., F.S. Wright, and J.L. Stelle. 1986. Relationship of microscopic shell damage to colonizations of peanut by *Aspergillus flavus*. *Olégineux* 41(1):23–27.
- PT Dwi Kelinci. 2005. Peluang pengembangan bisnis kacang tanah di Indonesia. Disampaikan pada 'Temu Usaha Pemasaran Kacang Tanah' di Denpasar, Bali, 13–15 September 2005. Direktorat Jendral Bina Pemasaran dan Pengolahan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian. 8 hlm.
- Rahayu, E.S. 2011. Aflatoxin, occurrence and integrated management control in Indonesia. Paper presented at IUMS Outreach Program in Food Safety. Denpasar, Bali, 22–24th June 2011. Gadjah Mada Univ. Yogyakarta. 45 p.
- Rahmianna, A.A. dan A. Taufiq. 2003. Aflatoksin: senyawa racun pada biji kacang tanah. *Bull. Tani Tanaman Pangan dan Hortikultura* 004:20–26.

- Rahmianna, A.A. dan Sri Hardaningsih. 2004. Penentuan umur panen dan pengelolaan pascapanen polong kacang tanah untuk menghasilkan biji bermutu tinggi dan bebas infeksi jamur *Aspergillus flavus* (hlm. 436–446). Teknologi Inovatif Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian untuk Mendukung Ketahanan Pangan.
- Rahmianna, A.A., A. Taufiq dan E. Yusnawan. 2007. Hasil polong dan kualitas biji kacang tanah pada tanah dengan kadar air dan umur panen berbeda. *Penelitian Pertanian*, 26(3):206–211.
- Rahmianna, A.A., E. Ginting dan E. Yusnawan. 2007. Cemarkan aflatoxin pada kacang tanah yang diperdagangkan di sentra produksi Banjarnegara. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26(2):137–144.
- Reddy, U. 1996. Aflatoxin –its prevention and detoxification. *Food and Nutrition News of Acharya N.G. Ranga Agric. Univ.* 1(4):1–4.
- Rucker, K.S., Kvien, C.K., Calhoun, K., Henning, R.J., Koehler, P.E., Ghate, S. R., dan Holbrook, C.C. (1994). Sorting peanuts by pod density to improve quality dan kernel maturity distribution dan to reduce aflatoxin. *Peanut Sci.* 21:147–152.
- Sanders, T.H., R.A. Hill, R.J. Cole, and P.D. Blakeship. 1981. Effect of drought on occurrence of *Aspergillus flavus* in maturing peanuts. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 58:966A–970A.
- Sanders, T.H., R.J. Cole, P.D. Blakeship and J.W. Dorner. 1993. Aflatoxin contamination of peanut from plant drought stresses in pod or root zones. *Peanut Sci.* 20:5–8.
- Sanders, T.h., R.J. Cole, P.D. Blakeship and R.A. Hill. 1985. Relation of environmental stress duration to *Aspergillus flavus* invasion and aflatoxin production in preharvest peanuts. *Peanut Sci.* 12(2):90–93.
- SNI. 1995. Standard mutu kacang tanah. SNI 01-3921-1995. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta. 7p.
- Sumartini, E. Yusnawan dan E. Ginting. 2006. Perkembangan cendawan *Aspergillus flavus* pada kacang tanah pascapanen yang diberi perlakuan penimbunan dan pencucian. *Agritek* 14(1):191–197.
- Tillman, B.L. and H.T. Stalker. 2009. Peanut. *In: Vollmann, J. and I. Rajcan (eds.) Oil Crops*. Springer New York.
- Ullah, Md, Ahsan. 1997. Status of the groundnut aflatoxin problem and its management in Bangladesh. P. 21–22 in Aflatoxin contamination problem in groundnut in Asia: Proc. of the First Asia Working Group Meeting, 27–29 May 1996. Ministry of Agriculture and Rural Development, Hanoi, Vietnam (Mehan, V.K., and Gowda, C.L.L., eds.) Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. ICRISAT.
- Wiatrak P.J., Wright D.I., Marios J.J., and Wilson D. 2006. Effect of irrigation and gypsum application on aflatoxin in peanuts. *Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc.* 65:5–8.
- Wilson, D.M., and J.R. Stansell. 1983. Effect of irrigation regimes on aflatoxin contamination of peanut pods. *Peanut Sci.* 10:54–58.
- Wotton, H.R., and R.N. Strange. 1985. Circumstantial evidence for phytoalexin in involvement in the resistance of peanut to *Aspergillus flavus*. *J. General Microbiol.* 131:487–494.
- Wright, G.M. and A.L. Cruickshank. 1999. Agronomic, genetic and crop modeling strategies to minimize aflatoxin contamination in peanuts. p. 12–17. *In: R.G. Dietzgen (Eds.). Elimination of Aflatoxin Contamination in Peanut. ACIAR Proc. No. 89.* Canberra.
- Yusnawan, E. 2013. Isu global keamanan pangan kacang tanah I:Kontaminasi aflatoxin dan cara pencegahan saat prapanen berdasar bioekologi *Aspergillus flavus*. *Bul. Palawija*. No. 25, 11–17.
- Yusnawan, E. dan A.A. Rahmianna. 2004. Ekstrak Kelapa Komersial sebagai Media untuk Deteksi Cepat *Aspergillus flavus* Penghasil Aflatoxin. Hlm. 480–486. Pros. Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Puslitbang Tanaman Pangan 2004.

TEKNOLOGI PASCAPANEN PRIMER KACANG TANAH

I Ketut Tastra, Erliana Ginting, dan Didik Harnowo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Sejalan dengan meningkatnya pendapatan dan pendidikan masyarakat, kebutuhan pangan yang beragam dan bergizi juga meningkat, termasuk produk pangan berbasis kacang tanah, diantaranya kacang garing, kacang bawang, kacang telur, jajanan basah dan camilan, selai, bumbu kacang, bahan pengisi roti, coklat, dan es krim. Adanya ragam kegunaan kacang tanah untuk produk pangan tersebut, selain berdampak positif terhadap pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat juga membawa konsekuensi meningkatnya permintaan terhadap komoditas kacang tanah. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, upaya peningkatan produksi kacang tanah terus dilakukan. Perbaikan teknologi budidaya melalui penggunaan varietas unggul dan teknik budidaya yang optimal, dalam dua dekade terakhir (1991–2011) telah berhasil meningkatkan produktivitas kacang tanah dari 1,04 t/ha menjadi 1,24 t/ha, dan total produksi dari 0,65 juta ton menjadi 0,78 juta ton (BPS 1992; BPS 2012). Namun jumlah ini belum mencukupi kebutuhan dalam negeri sehingga harus impor sebesar 136.000 ton (FAOSTAT 2009).

Perbaikan penanganan pascapanen primer kacang tanah sangat penting terutama pada kegiatan perontokan dan pengeringan polong yang merupakan kegiatan kunci dalam menjaga kesinambungan pasokan bahan baku yang memenuhi standar mutu, baik dari aspek fisik maupun keamanan pangan. Unsur penting keamanan pangan adalah kontaminasi aflatoksin. Ambang batas maksimal aflatoksin B_1 yang diperbolehkan oleh BPOM untuk produk olahan kacang tanah adalah 15 ppb dan 20 ppb untuk total aflatoksin (B_1 , B_2 , G_1 and G_2) (DSN 2009 dalam Rahayu 2011), sementara CODEX Alimentarius menetapkan ambang batas sebesar 15 ppb untuk total aflatoksin (Murphy *et al.* 2006; Paramawati *et al.* 2006). Meskipun Pemerintah telah mengeluarkan standar mutu biji dan polong kacang tanah (DSN 1995), namun penerapannya masih mengalami kendala akibat rendahnya tingkat adopsi teknologi mekanis (sistem penjualan jasa alsintan) yang baru pada tahap meringankan beban kerja petani dan belum berorientasi perbaikan mutu hasil. Pada tingkat produsen dan prosesor primer, sistem penjualan jasa perontokan kacang tanah polong belum membudaya seperti pada sistem penjualan jasa perontokan kedelai. Kondisi tersebut menyebabkan tingkat kehilangan hasil kacang tanah di tingkat petani masih cukup besar, yakni mencapai 12,2–13,7% untuk susut tercecer dan 8,3–12,3% untuk susut mutu (Tabel 1). Susut tercecer secara kuantitatif akan mengurangi total produksi nasional, sedangkan susut mutu akan mengurangi harga jual kacang tanah.

Di samping itu, perbaikan teknik budidaya kacang tanah melalui penanaman varietas unggul dan pengelolaan tanaman yang optimal juga membawa dampak pada peningkatan kebutuhan tenaga kerja. Hasil penelitian di daerah sentra produksi Tuban, Jawa Timur, menunjukkan bahwa penerapan paket teknologi masukan rendah meningkatkan total kebutuhan tenaga kerja dari 125 HOK/ha menjadi rata-rata 195 HOK/ha atau meningkat rata-rata 56% (70 HOK/ha) dibandingkan dengan cara petani. Sedang penerapan paket teknologi masukan tinggi meningkatkan total kebutuhan tenaga kerja lebih tinggi dibandingkan dengan penerapan paket teknologi masukan rendah, yaitu sebesar 70% (99 HOK/ha). Dari sebaran tenaga kerja yang digunakan, kegiatan yang paling banyak menye-

rap tenaga kerja adalah saat panen dan perontokan polong (Tastra 1996). Di sisi lain, terjadi pergeseran tenaga kerja dari sektor pertanian ke sektor industri yang memberikan kenyamanan kerja dan tingkat upah lebih tinggi. Jawa Timur yang memberikan kontribusi sekitar 28% terhadap produksi kacang tanah nasional, mengalami penurunan tenaga kerja di sektor pertanian dari 67,7% pada tahun 1971 menjadi 43,2% pada tahun 1986 (Antarno 1992). Oleh karena itu masalah penanganan pascapanen kacang tanah tidak dapat dilihat hanya dari aspek teknis penekanan kehilangan hasil saja, tetapi juga harus dari aspek pendukung lainnya, seperti kebijakan pemerintah dalam diversifikasi pangan dan pengadaan kacang tanah dalam negeri, tingkat partisipasi petani dan industri alsintan lokal.

Tabel 1. Perkiraan susut pascapanen dengan dengan cara tradisional untuk kacang tanah yang dipanen pada kadar air rendah dan kadar air tinggi.

Kegiatan pascapanen	Kadar air biji (% bb)	Perkiraan susut (%)	
		Tercecer	Mutu
Kadar air rendah			
Panen	20–24	8,0	0,1
Perontokan polong dengan tangan	20–24	2,0	2,0
Pengangkutan ke tempat pengumpulan	20–24	0,1	0,1
Penjemuran 2–3 hari	9–11	0,5	4,0
Pengupasan polong dengan tangan	9–11	1,5	0,1
Penyimpanan 1–2 bulan	9–11	0,1	2,0
Jumlah Susut		12,2	8,3
Kadar air tinggi			
Panen	28–34	8,0	0,1
Penjemuran brangkas di lahan 3–5 hari	20–22	3,0	4,0
Perontokan polong dengan tangan	20–22	0,5	2,0
Pengangkutan ke tempat pengumpulan	20–22	0,1	0,1
Penjemuran 2–3 hari	9–11	0,5	4,0
Pengupasan polong dengan tangan	9–11	1,5	0,1
Penyimpanan 1–2 bulan	9–11	0,1	2,0
Jumlah Susut		13,7	12,3

Sumber: Purwadaria (1991).

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, upaya perbaikan penanganan pascapanen hendaknya mempertimbangkan pentingnya "pembagian" keuntungan (nilai tambah) yang wajar antarberbagai pihak yang terlibat (petani, bengkel alsintan, industri pengolahan kacang tanah) agar keberlanjutan penerapan dan pengembangan teknologi pascapanen kacang tanah dapat dijamin. Untuk itu secara bertahap perlu ditumbuhkembangkan sinergi antarsistem penjualan jasa alsintan, melalui penyediaan pilihan alsintan yang bersifat multiguna, agar penanganan pascapanen kacang tanah semakin optimal. Sebagai contoh: untuk mengurangi resiko kontaminasi aflatoksin, alat pengering kacang tanah polong yang bersifat *mobile* dapat juga didayagunakan sebagai sumber energi pengeringan kedelai brangkas saat panen musim hujan (Tastra *et al.* 2008) sehingga beban biaya investasi bagi penjual jasa alsintan pengeringan dapat dikurangi.

Pada makalah ini disajikan informasi teknologi penanganan pascapanen kacang tanah yang meliputi: (1) Penentuan saat dan cara panen, (2) Perontokan polong, (3) Penge-
 ringan, (4) Pembijian atau pengupasan kulit polong dan (5) Penyimpanan; sebagai
 masukan terkontrol dari sistem pascapanen kacang tanah (Gambar 1). Secara teknis
 penerapan komponen teknologi tersebut berdampak langsung terhadap mutu kacang
 tanah yang dihasilkan petani (Tabel 2 dan 3). Oleh karena itu tujuan dari penerapan
 teknologi penanganan pascapanen kacang tanah selain untuk mengurangi tingkat kehi-
 langan hasil juga untuk memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan pemerintah yang
 dicantumkan pada SNI 01-3921-1995 (Tabel 4 dan 5).

Tabel 2. Faktor mutu polong kacang tanah yang dipengaruhi oleh kegiatan pascapanen.

Kegiatan	Kadar air	Kotoran	Polong keriput	Polong rusak	Polong berbiji satu	Rendeman biji
Panen	X	X	X	X	-	X
Pengeringan	X	X	X	-	-	X
Perontokan	-	X	-	X	-	X
Pengangkutan	-	X	-	X	-	X

X : terpengaruh; - : tidak terpengaruh

Sumber: Purwadaria (1991).

Tabel 3. Faktor mutu biji kacang tanah yang dipengaruhi oleh kegiatan pascapanen.

Kegiatan	Kadar air	Kotoran	Butir rusak	Butir belah	Butir keriput	Butir warna lain	Diameter biji
Panen	X	X	-	-	X	X	X
Pengeringan	X	X	X	X	X	X	X
Perontokan	-	-	-	-	-	-	-
Pengangkutan	-	X	X	X	-	-	-
Pengupasan	-	X	X	X	-	-	-
Penyimpanan	X	X	X	-	-	-	-

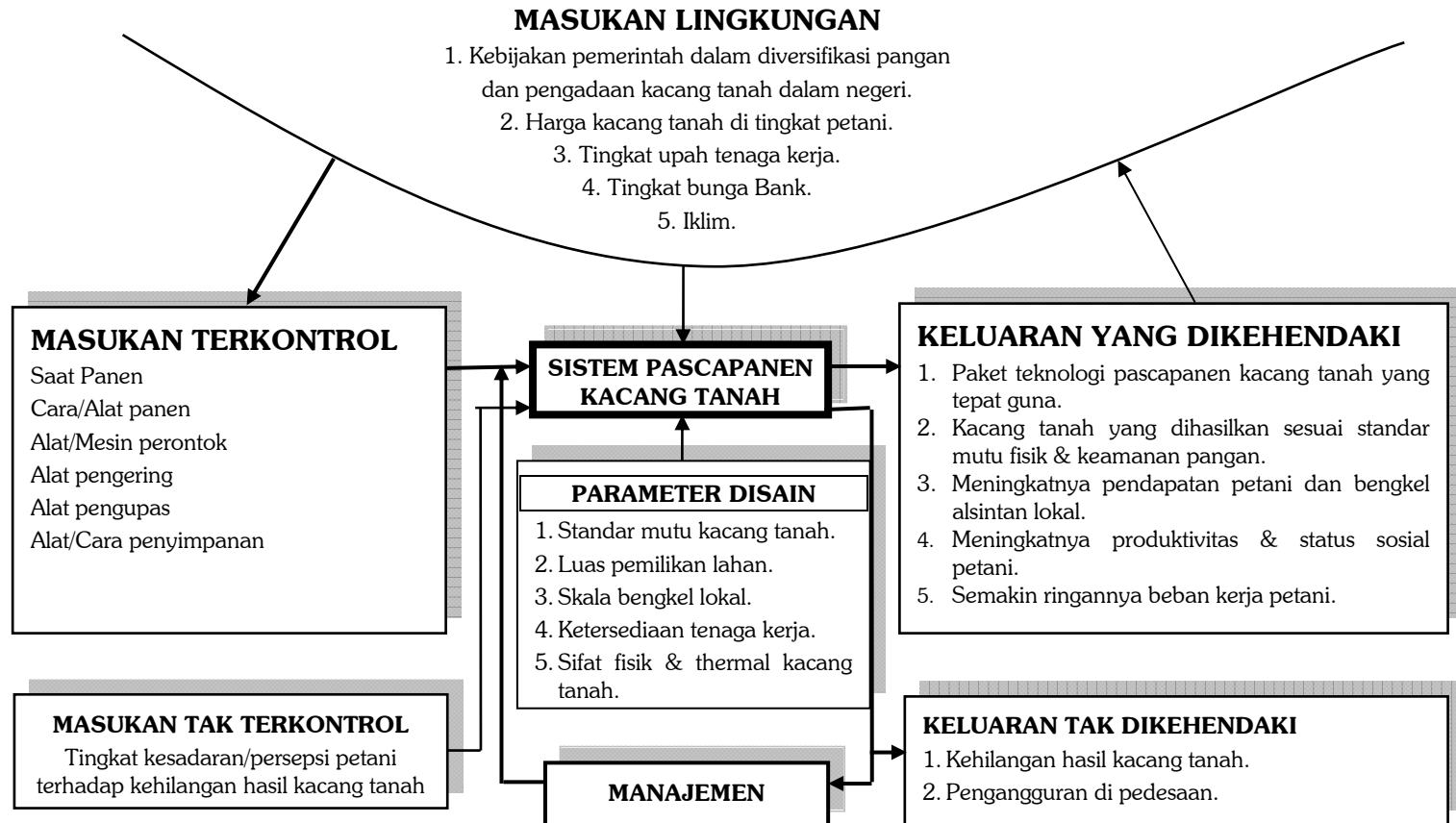
X : terpengaruh; - : tidak terpengaruh.

Sumber: Purwadaria (1991).

Tabel 4. Standar mutu fisik polong (gelondong) kacang tanah.

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan mutu		
			I	II	III
1.	Kadar air (maksimum)	%	8	9	9
2.	Kotoran (maksimum)	%	1	2	3
3.	Polong keriput (maksimum)	%	2	3	4
4.	Polong rusak (maksimum)	%	0,5	1	2
5.	Polong berbiji satu (maksimum)	%	3	4	5
6.	Rendemen (minimum)	%	65	62,5	60

Sumber: DSN (1995).



Gambar 1. Identifikasi sistem pascapanen kacang tanah di tingkat petani.

Tabel 5. Standar mutu fisik biji (ose) kacang tanah.

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan mutu		
			I	II	III
1.	Kadar air (maksimum)	%	6	7	8
2.	Butir rusak (maksimum)	%	0	1	2
3.	Butir belah (maksimum)	%	1	5	10
4.	Butir warna lain (maksimum)	%	0	2	3
5.	Butir keriput (maksimum)	%	0	2	4
6.	kotoran (maksimum)	%	0	0,5	3
7.	Diameter (minimum)	%	8	7	6

Sumber: DSN (1995).

PENENTUAN SAAT DAN CARA PANEN

Hasil maupun kualitas hasil biji kacang tanah mencapai maksimal pada saat masak fisiologis karena kandungan bahan kering dan komposisi bahan kimia dalam biji telah maksimal. Secara visual, kacang tanah yang telah masak ditandai oleh daun yang telah menguning dan bila dicabut akan terlihat polong dengan tekstur yang jelas dan berwarna gelap. Bila polong dibuka akan tampak guratan-guratan berwarna gelap pada dinding polong bagian dalam dan jumlah polong tua biasanya telah mencapai 70–80%.

Saat Panen

Kacang tanah yang banyak ditanam di Indonesia adalah tipe Spanish/tipe tegak dan umurnya berkisar 85–100 hari. Oleh karena itu, umur tersebut dapat digunakan sebagai perkiraan saat panen. Pada keadaan tanaman terserang penyakit karat dan bercak daun, maka pada umur 85 hari daun banyak yang rontok dan daun yang tersisa berwarna kuning noda karat dan bercak hitam. Pada keadaan demikian, kacang tanah perlu segera dipanen, karena penundaan saat panen akan menyebabkan banyak polong yang tertinggal di dalam tanah akibat membusuknya ginofor. Pada keadaan normal, panen dapat ditunda hingga umur panen sesuai deskripsi masing-masing varietas (Tabel 6).

Panen sebaiknya dilaksanakan bila kondisi cuaca cerah/terang dan tanah tidak terlalu kering. Kondisi demikian akan memperkecil jumlah polong yang tertinggal di dalam tanah dan memudahkan proses perontokan dan pengeringan polong. Ketika cuaca kurang baik (hujan dan tanah basah) dan tanaman tidak terserang penyakit, panen dapat ditunda 3–5 hari. Penundaan panen lebih lama akan menyebabkan biji berkecambah di lapang.

Cara Panen

Panen kacang tanah umumnya dilakukan secara manual dengan mencabut tanaman (Gambar 2). Cara panen demikian meskipun memerlukan banyak tenaga dan waktu, namun mutu biji yang dihasilkan lebih baik karena terhindar dari kerusakan mekanis. Tenaga kerja yang diperlukan untuk panen kacang tanah cukup tinggi, sekitar 41 HOK per ha, yakni untuk kegiatan mencabut dan merontok polong dengan tangan (Antarno 1992). Jumlah tersebut mencapai 41% dari total kebutuhan tenaga kerja untuk penanganan pascapanen (107 HOK) pada tingkat hasil 0,8 t/ha kacang tanah biji.

Di negara maju, panen kacang tanah dilakukan secara mekanis dengan mesin pemanen, sehingga lebih efisien dalam penggunaan waktu dan tenaga. Dengan menggunakan

traktor roda 4 sebagai tenaga penggerak, tenaga panen yang diperlukan hanya 1,11 HOK/ha (Bilanski *et al.* 1989). Untuk mempermudah panen, kacang tanah pada lahan sawah beririgasi terbatas biasanya diairi sebelum dipanen. Pada lahan sawah tadah hujan atau pada lahan kering, sering digunakan cangkul atau skop garpu untuk menggemburkan tanah di sekitar polong.

Tabel 6. Deskripsi varietas unggul kacang tanah (1950–2012).

Varietas	Tahun dilepas	Umur (hari)	Hasil polong kering rata-rata (t/ha)
Gajah	1950	100	1,8
Macan	1950	100	1,8
Banteng	1950	100	1,8
Kidang	1950	100	1,8
Rusa	1983	100–110	1,9
Anoa	1983	100–110	1,8
Tapir	1983	95–100	1,9
Pelanduk	1983	95–100	2,0
Tupai	1983	95–100	2,0
Kelinci	1987	95	2,3
Jepara	1989	89–97	1,2
Landak	1989	89	1,8
Mahesa	1991	95–100	1,6
Badak	1991	95–103	2,0
Trenggiling	1992	90	1,83
Simpai	1992	95	1,87
Panter	1998	90–95	2,6
Singa	1998	90–95	2,6
Jerapah	1998	90–95	1,92
Sima	2001	100–105	2,0
Turangga	2001	100–110	2,0
Kancil	2001	90–95	1,7
Bima	2001	90–95	1,7
Tuban	2003	90–95	2,0
Bison	2004	90–95	2,0
Domba	2004	90–95	2,1
Talam 1	2010	90–95	2,3
HypoMa 1	2012	90	2,4
HypoMa 2	2012	91	2,3
Takar 1	2012	90–95	3,0
Takar 2	2012	85–90	3,0

Sumber: Balitkabi (2012).

Untuk meningkatkan kapasitas pemanenan kacang tanah, digunakan berbagai tipe alat panen bertenaga penggerak traktor tangan atau roda 4 (Tabel 7, Gambar 3). Penggunaan traktor tangan sebagai tenaga penggerak dapat memanen 0,13–33 ha/jam/hp, dan lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan traktor empat roda (0,004–0,011 ha/jam/hp). Bila dibandingkan dengan panen menggunakan tenaga manusia, penggunaan alat panen yang ditarik dengan traktor dapat menghemat tenaga kerja 8–9 HOK/ha.



Gambar 2. Pencabutan (A) dan perontokan polong kacang tanah (B) di sentra produksi kacang tanah Tuban, Jawa Timur. Sumber: Tastra (1996).

Tabel 7. Kinerja berbagai tipe alat panen kacang tanah.

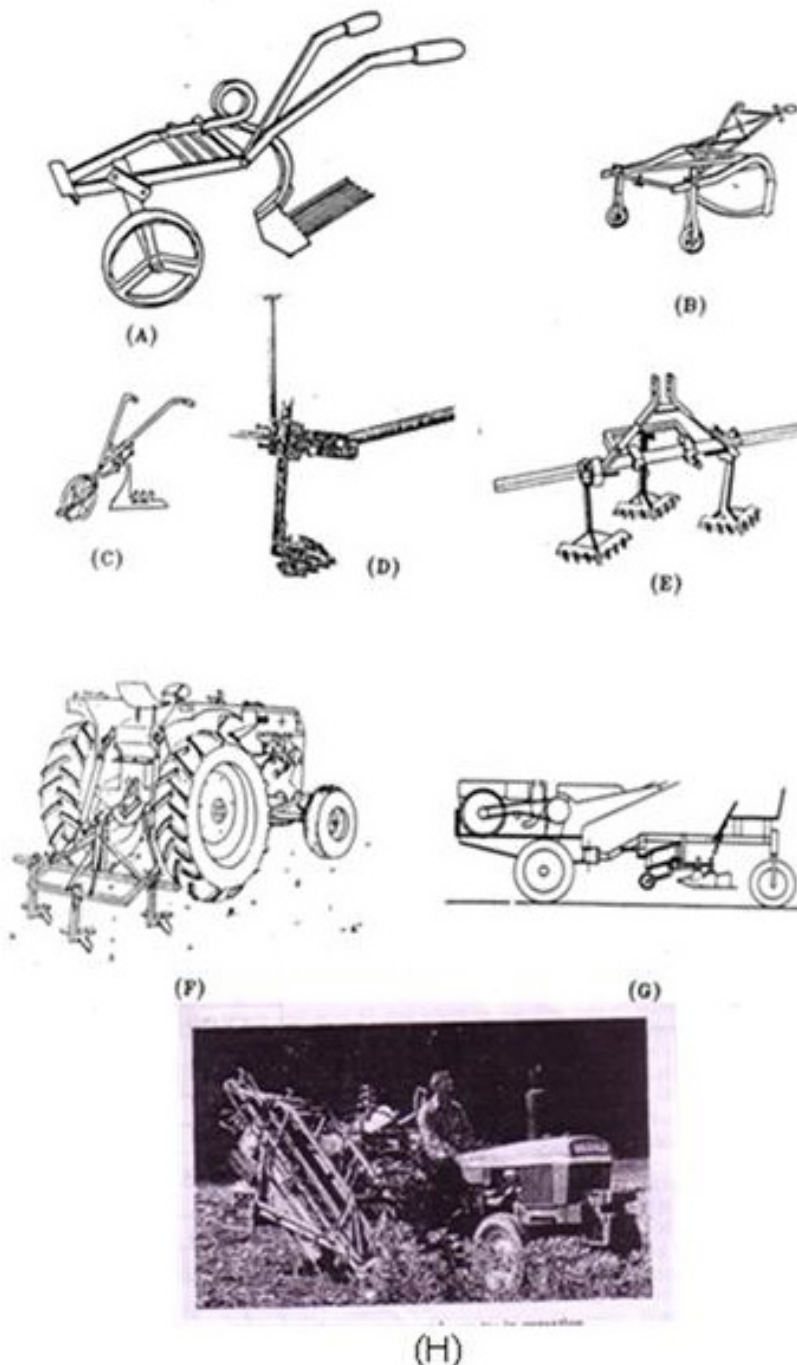
Tipe alat panen ¹⁾	Tenaga penggerak	Unit (hp)	Kapasitas		Efektivitas (ha/jam/hp)
			(ha/jam)	(HOK/ha) ³⁾	
(A)	Ternak	– ²⁾	–	–	–
(B)	Ternak	–	–	–	–
(C)	Ternak	–	1,2	0,14	–
	Traktor tangan	3 – 6	1,5	0,11	0,33
(D)	Ternak	–	–	–	–
(E & F)	Traktor roda 4	24	0,126	1,32	0,005
–	Traktor roda 4	35	0,375	0,44	0,011
(G)	Traktor tangan	8,5	1,128	0,15	0,13
(H)	Traktor roda 4	40 ⁴⁾	0,15	1,11	0,004
Tradisional	Manusia	–	0,016	10,42	–

¹⁾ Lihat Gambar 3.

²⁾ Tidak ada informasi

³⁾ 1 HOK (Hari Orang Kerja) = 6 jam/orang/hari, hp: horse power, ha: hektar.

Sumber: Bilanski *et al* (1989).



Gambar 3. Ragam tipe alat untuk panen kacang tanah sederhana yang ditarik dengan tenaga ternak (A, B, C, D) dan yang ditarik dengan tenaga traktor (E, F, G, H).

Perontokkan Polong

Setelah dipanen, polong kacang tanah dirontok secara manual dengan tangan di lapang atau di rumah, tergantung dari kebiasaan petani. Petani kacang tanah di Tuban, Jawa Timur, merontok dan menjemur kacang tanah di lapang, dan seringkali transaksi penjualan hasil dilakukan di lapang. Pada sistem ini, perontokan dan pengeringan polong dilakukan oleh penebas/pembeli. Sering pula dijumpai, setelah dicabut, brangkasan dipangkas untuk pakan, akar dan polong dikeringkan baru kemudian polong dirontok. Kemampuan tenaga kerja melakukan perontokan antara 2–4 kg polong/jam/orang. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja yang dirasakan petani dalam perontokan polong sesungguhnya lebih berat dibandingkan dengan merontok padi. Dalam rangka mengurangi beban kerja petani, maka dilakukan pemanfaatan perontok padi (Gambar 4). Balitkabi telah mengembangkan perontok polong kacang tanah yang dimodifikasi dari perontok padi. Dari dua jenis perontok yang dikembangkan, perontok padi tipe pedal mempunyai prospek lebih baik sebagai perontok polong kacang tanah yang baru dipanen.

Bentuk dan ukuran perontok polong tipe pedal yang dibuat secara lokal oleh petani bermacam-macam. Secara prinsip perontok tipe pedal terdiri dari dua bagian penting yaitu: (1) Silinder perontok yang terbuat dari kayu yang dilengkapi dengan kawat berbentuk V melingkar pada silinder, dan (2) Tempat injakan kaki (atau dikayuh seperti pada sepeda) untuk menyalurkan tenaga operator. Contoh perontok polong kacang tanah tipe pedal model ONS buatan Jepang dapat dilihat pada Gambar 4. Perontokan polong kacang tanah yang baru dipanen (kadar air polong 35–40% basis basah) dengan perontok model ONS mencapai 14,9 kg/jam/orang (Tastra 1991). Sedangkan kapasitas perontok polong kacang tanah tipe pedal lebih rendah yaitu hanya 3–9 kg polong/jam/orang, dan mesin perontok polong buatan Thailand ini tidak dapat dipakai untuk merontok padi dan kedelai. Sementara itu, perontokan polong dengan tangan (sebagai pembanding), kapasitasnya hanya 5,4 kg polong/jam/orang. Dengan menggunakan alat perontok, kapasitas perontokan polong dapat ditingkatkan menjadi tiga kali lipat. Namun demikian, daya tumbuh benih kacang tanah yang dirontok dengan alat berkurang dibandingkan dengan yang dirontok dengan tangan (dari 82,2% menjadi 76,3%). Oleh karena itu, penggunaan perontok tipe pedal untuk kacang tanah sebaiknya dibatasi hanya untuk tujuan konsumsi. Untuk meningkatkan peran perontok tipe pedal dalam produksi benih maka lama penjemuran kacang tanah brangkasan di lamporan dilakukan selama 6 hari sehingga diperoleh kadar air biji 10,1% bb (Tabel 8). Sedangkan untuk tujuan konsumsi penjemuran tanaman dilakukan selama 2 hari (9 jam) dan diperoleh kadar air biji 31,5% bb. Kapasitas optimum perontokan polong kacang tanah untuk tujuan konsumsi berkisar antara 7,69–27,35 kg polong/jam/orang dan untuk tujuan benih berkisar antara 3,93–16,75 kg polong/jam/orang. Dengan demikian, penggunaan perontok tipe pedal dapat mengurangi kehilangan hasil dan kerusakan fisik biji kacang tanah masing-masing 0,4% dan 1,6%.

Dari hasil uji keragaan perontok model ONS untuk polong kacang tanah dapat ditarik beberapa implikasi praktis, yaitu: a) Kebutuhan tenaga untuk merontok polong dapat dikurangi dari sekitar 20 orang per 100 kg polong kacang tanah menjadi 7 orang per 100 kg, berarti menghemat tenaga perontok sebanyak 13 orang per 100 kg kacang tanah polong hasil perontokan. Dengan demikian masalah semakin sulitnya tenaga kerja secara bertahap dapat diatasi, b) Petani dapat menurunkan beban kerjanya dan mendapatkan tambahan waktu luang untuk kegiatan di luar usahatani. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa petani dapat menghemat 13 jam untuk setiap 100 kg polong kacang tanah bersih

atau setara dengan tambahan pendapatan sebesar Rp 24.000,00 per ton polong kacang tanah, seandainya upah harian Rp 1.500/hari.

Berbagai upaya telah dilakukan guna meningkatkan produktivitas tenaga panen melalui pengembangan alat perontok, baik yang manual maupun yang digerakkan motor listrik atau motor bakar (Gambar 4). Saat ini beberapa tipe alat perontok polong manual sudah tersedia. Sebagai contoh, Thailand sudah mengembangkan alat perontok polong kacang tanah yang kapasitasnya dapat mencapai 18–24 kg/jam/orang, dengan persentase kotoran 10–15% dan polong rusak mekanis mencapai 2–4% (Chinsuwan, *et. al* 1989). Dengan mengatur komponen yang dapat berfungsi sebagai *blower*, alat tersebut dapat dimanfaatkan untuk membersihkan hasil perontokan kacang tanah polong (Gambar 4A). Namun demikian, alat tersebut tidak dapat digunakan untuk merontok padi sehingga mengurangi kemultigunaannya.

Tabel 8. Analisis indeks keragaan Perontok Padi Tipe Pedal (PTP) untuk perontokan polong kacang tanah di KP Genteng, Juni 1991.

Hari k ε	EPL (Jam)	KA (%bb)	KE1 (kg/jam)	KE2 (kg/jam)	EP (%)	KH (%)	KM (%)	DK (%)	VG (%)	IK1	IK2
0	0	37,9	24,59	7,39	58,48	0	0,03	30,0	20,0	4,32	0,26
2	9	31,5	27,35	7,69	75,32	0,42	1,52	42,0	20,6	5,68*)	0,49
4	22	22,3	21,3	4,91	58,88	0,39	2,06	50,0	43,4	2,82	0,61
6	36	10,1	16,75	3,93	44,7	0,33	1,57	86,0 (94,0)**)	70,0 (80,6)**)	1,72	1,04*)

Sumber : Tastra (1992).

ELP : Efektif waktu penjemuran, KA : Kadar air biji, KE1 : Kapasitas tanpa memperhitungkan waktu pembersihan, KE2 : Kapasitas dengan memperhitungkan waktu pembersihan, EP : Efisiensi perontokan polong, KH: Kehilangan hasil, KM: Kerusakan biji, DK : Daya kecambah, VG: Vigor, IK1 dan IK2 : Indeks dihitung berdasarkan KE1 dan KE2.

*) : Indeks keragaan yang optimum **) : Dirontok dengan tangan.

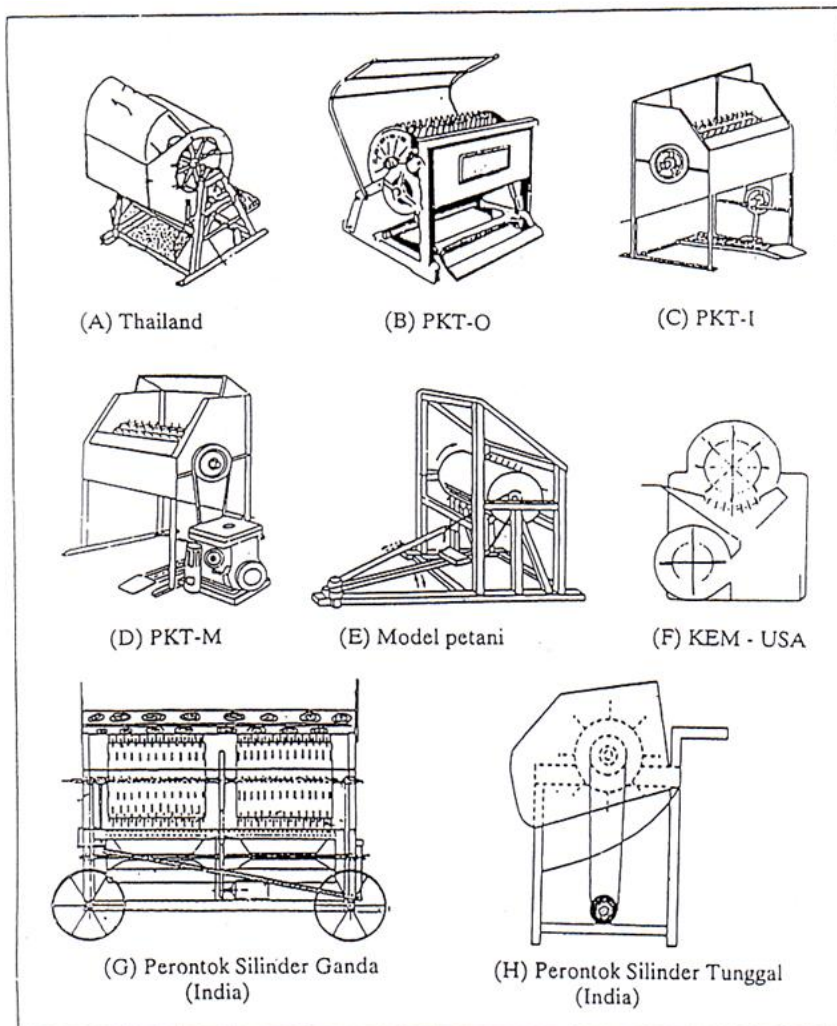
Untuk meningkatkan kemultigunaan alat perontok kacang tanah polong, telah dirancang alat perontok polong kacang tanah yang konstruksi silinder perontoknya serupa dengan perontok padi tipe pedal. Dari serangkaian percobaan diperoleh perontok polong tipe PKT-I (Gambar 4C) yang kapasitasnya 14,7–3,8 kg/jam/orang dan persentase kotorannya 25,9–30,4% (Tastra dan Harnowo 1992). Dari evaluasi kinerja perontok polong yang telah dikemukakan tampak adanya keragaman kapasitas dan persentase kotoran yang cukup besar. Hal tersebut sangat tergantung pada keragaman kondisi fisik pertanaman kacang tanah saat dipanen dan ketrampilan operator.

Selain perontok polong kacang tanah tenaga penggerak manusia, sudah dikembangkan perontok polong tenaga penggerak motor listrik (Gambar 4F, 4G dan 4H). Hasil penelitian di India menunjukkan bahwa perontok polong silinder ganda (Gambar 4F) yang digerakkan dengan motor listrik, dilengkapi dengan *blower* dan dioperasikan oleh tiga operator wanita, lebih menguntungkan dibanding dengan perontok polong kacang tanah tipe pedal silinder tunggal (Goel dan Nanda 1994). Hal ini tampak dari kecilnya titik impas yang dicapai perontok polong yang digerakkan dengan motor listrik yaitu 108,4 jam, sementara titik impas perontok polong tipe pedal 635,73 jam. Titik impas tersebut diperoleh pada tingkat kapasitas 59,0 kg/jam untuk perontok dengan tenaga penggerak motor listrik dan 10,9 kg/jam untuk perontok tipe pedal yang dioperasikan dua operator wanita. Dengan demikian peningkatan produktivitas tenaga kerja wanita hanya sekitar 15 kg/jam/

orang atau setara dengan penghematan 3 orang tenaga kerja wanita yang merontok kacang tanah polong secara tradisional/manual. Dari peningkatan produktivitas tenaga kerja perontok tersebut tampak bahwa prospek pengembangan perontok polong dengan tenaga penggerak motor listrik untuk dioperasikan secara komersial masih relatif kecil. Selain itu, mobilitas penggunaan motor listrik sebagai tenaga penggerak, lebih rendah dibandingkan menggunakan tenaga penggerak motor diesel atau bensin.

Sehubungan dengan hal tersebut, PKT-I telah dievaluasi kinerjanya dengan menggunakan motor bensin 7 hp (Gambar 4D). Dengan menggunakan motor bensin, kapasitas PKT-M meningkat menjadi 44,1 kg/jam atau naik 84% dibandingkan dengan kapasitas PKT-I. Namun demikian, pengembangannya dalam bentuk penjualan jasa perontokan polong masih belum menguntungkan disebabkan oleh masih rendahnya efisiensi penggunaan tenaga penggerak (6,3 kg/hp). Untuk itu masih diperlukan upaya mengoptimalkan kinerja PKT-M melalui penambahan jumlah silinder agar kapasitasnya lebih besar atau memperkecil tenaga penggerak sampai pada batas optimum (Mahagyosuko dan Tastra 1995).

Dibanding dengan mesin perontok polong KEM-USA (Zafar and Khan 1986) (Gambar 4F) yang dilengkapi dengan blower, kapasitas PKT-M masih lebih rendah. Namun demikian, kapasitas KEM yang mencapai 63,3 kg/jam, mutu hasil perontokannya belum memuaskan. Karena tingkat kerusakan polong mencapai mencapai 6%, kehilangan hasil akibat terhembus *blower* 5,5% dan efisiensi pembersihan 22% (*Test Report AMD-3/82*). Oleh karena itu, perontok polong KEM-USA masih belum layak dioperasikan secara komersial dalam bentuk sistem penjualan jasa perontokan polong.



Gambar 4. Beberapa tipe alat perontok kacang tanah polong manual dan bertenaga motor.
Sumber: Tastra (1996).

Dalam upaya mengembangkan sistem penjual jasa perontokan polong kacang tanah, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian telah berhasil merekayasa alat perontok polong yang bersifat *mobile* (Gambar 5). Mesin perontok kacang tanah ini menggunakan tenaga penggerak motor bensin 5 hp, dengan kapasitas 307,2 kg polong/jam, persentase polong utuh 98% dan biaya operasional Rp 15/kg kacang tanah polong. Mesin perontok kacang ini harganya Rp8.000.000/unit dan cukup efisien dengan kebutuhan bahan bakar sebesar 0,6 liter/jam (Anonim 2010).



Gambar 5. Mesin perontok polong kacang tanah. Sumber: Anonim (2010).

Pengeringan

Setelah dirontok, polong dijemur dengan alas tikar dari anyaman bambu (untuk petani kecil). Pengeringan polong oleh petani maju atau penebas menggunakan lantai jemur dari semen. Pada kondisi terik, penjemuran selama 5–6 hari telah cukup untuk mencapai kadar air biji 10–15% bb. Pada saat panen kadar air kacang tanah polong mencapai 35–50% basis basah (bb). Tingginya kadar air biji kacang tanah merangsang tumbuhnya jamur pada biji sehingga dapat menurunkan mutu. Untuk mencegah tumbuhnya jamur, kadar air biji hendaknya diturunkan sampai 8% agar dapat disimpan lama (Woodroof 1966 dalam Phongpipatpong 1991).



Gambar 6. Penjemuran kacang tanah polong di lamporan semen

Pada musim kemarau, petani umumnya melakukan pengeringan kacang tanah dalam bentuk polong di atas lamporan semen (Gambar 6) atau di atas tanah yang dialasi tikar, selama 6–7 hari sampai kadar air biji mencapai 10–15% bb (Brotonegoro *et al.* 1986). Pengeringan lanjutan biasanya dilakukan untuk mencegah kontaminasi aflatoksin yang disebabkan oleh jamur *Aspergillus flavus*.

Pada musim hujan, pengeringan kacang tanah tidak dapat dilakukan dengan baik karena cuaca yang tidak menentu. Meskipun demikian, petani yang memiliki lahan sempit

(<0,5 ha) biasanya tetap melakukan pengeringan di lamporan atau di atas tanah yang dialasi tikar walaupun kecepatan pengeringannya berjalan sangat lambat. Akibatnya, resiko kontaminasi aflatoksin pada biji sangat tinggi sehingga sangat berbahaya bila dikonsumsi manusia atau untuk pakan ternak. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan alat pengering sederhana yang dapat diterapkan di tingkat petani, agar diperoleh mutu biji kacang tanah yang baik. Pengeringan kacang tanah dengan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kulit polong retak sehingga biji mudah terserang serangga. Sebaliknya, suhu pengeringan yang rendah akan memperpanjang waktu pengeringan sehingga memberi kesempatan tumbuhnya jamur pada biji. Untuk dapat menentukan kecepatan pengeringan yang sesuai dengan sifat fisik kacang tanah, maka perlu diketahui karakteristik pengeringan kacang tanah dalam bentuk polong.

Dalam menentukan kecepatan pengeringan kacang tanah polong menggunakan alat pengering, Sittiphong *et al.* (1987) menggunakan model pengeringan lapisan tipis berikut:

$$MR = \text{Exp} (-K t) \dots\dots\dots /1/$$

Di mana,

$$MR = (M-M_e)/(M_o-M_e)$$

M : kadar air setiap saat, % basis kering (bk)

Me : kadar air keseimbangan, % bk

Mo : kadar air awal, % bk

K : tetapan kecepatan pengeringan (1/jam)

t : waktu pengeringan (jam).

Dari percobaan laboratorium didapat bahwa tetapan kecepatan pengeringan mengikuti model berikut:

$$K = a \text{Exp} (b T) \dots\dots\dots /2/$$

Di mana, a, b adalah tetapan dan T temperatur pengeringan. Untuk pengeringan kacang tanah polong nilai a = 5,879E-8 dan nilai b = 0,04591004.

Hasil percobaan laboratorium menunjukkan bahwa hanya dengan menaikkan temperatur pengeringan dari 40 °C menjadi 60 °C, waktu pengeringan dapat dikurangi dari 17 jam menjadi 9 jam (Tabel 9). Phongpipatpong (1991) mengemukakan bahwa untuk menstimulasi proses pengeringan kacang tanah polong yang kadar air awalnya >55% bk, sebaiknya dipakai model Persamaan /3/. Sedang untuk pengeringan kacang tanah polong yang kadar air awalnya <55% bk, Persamaan /4/ memberikan hasil lebih baik.

$$MR = \text{Exp} (-k t^{0,7445}) \dots\dots\dots /3/$$

$$k = 0,000015 T^2 - 6,573 * 10^{-6} RH * T^2 - 8,839 * 10^{-6} * Mo * T^2 + 0,0097 * RH^2 + 0,00047 * T * Mo - 0,000455 * T$$

$$MR = A1 * \text{Exp}(k1 * t) + A2 * \text{Exp}(k2 * t) \dots\dots\dots /4/$$

$$A1 = 0,01180 * T + 0,46993 * RH - 0,02452 * Mo$$

$$A2 = -0,0011 * T + 0,08133 * RH - 0,45066 * Mo$$

$$k1 = 0,00008 * T + 0,0018 * RH - 0,00162 * Mo$$

$$A1 = 0,00118 * T + 0,0502 * RH - 0,000077 * Mo$$

$$\ln(1-RH)^{1/2,536}$$

$$Me : \frac{6,6587(T+23,318)}{100} \dots\dots\dots /5/$$

$$100$$

Di mana, RH : Kelembaban relatif (decimal); T : Temperatur (°C)

Persamaan /3/ dan /4/ dapat diterapkan untuk pengeringan kacang tanah polong sampai ketebalan 7,5 cm. Namun perlu dicatat bahwa persamaan tersebut diturunkan berdasarkan varietas Tainan-9 yang dikembangkan di Thailand, yang mungkin mempunyai sifat fisik dan panas yang berbeda dengan varietas kacang tanah yang dikembangkan di Indonesia. Oleh karena itu, persamaan karakteristik pengeringan kacang tanah polong tersebut masih perlu diadaptasikan untuk jenis kacang tanah yang dikembangkan di Indonesia.

Tabel 9. Pengaruh temperatur dan kecepatan udara pada lama pengeringan polong kacang tanah.

Temperatur (°C)	Kecepatan udara (m/s)	Waktu pengeringan (jam)
40	0,1875	17
50	0,1875	12
60	0,1875	9
30	0,30	17
40	0,30	8
50	0,30	11
40	0,65	17
50	0,65	9
60	0,65	9

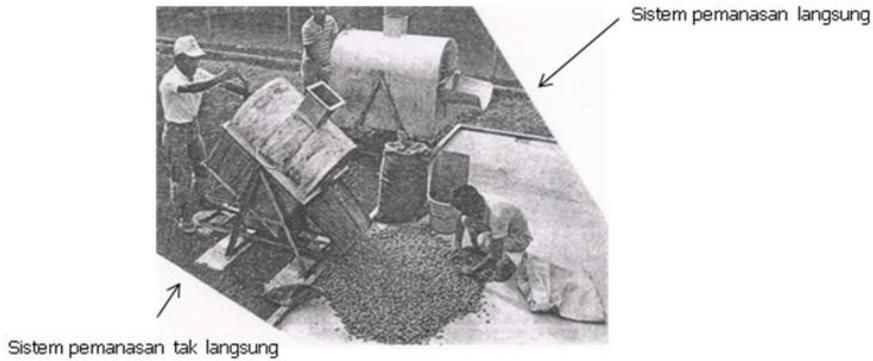
Sumber: Sittiphong *et al.* (1987).

Alat pengering sederhana yang diteliti di *Asian Institute of Technology* (AIT) dan *International Rice Institute* (IRRI) (Frio, 1991) dapat dipertimbangkan untuk diuji-coba penerapannya di Indonesia, khususnya untuk petani yang lahannya sempit. Alat pengering ini adalah pengering dari drum yang diputar (*rotary drum dryer*), dikembangkan untuk mengeringkan secara cepat gabah yang dipanen pada musim hujan, sehingga pertumbuhan cendawan dalam gabah dapat ditekan. Prosedur kerjanya adalah dengan memanaskan drum yang berputar yang telah diisi gabah secukupnya, dengan menggunakan panas dari sekam yang dibakar. Percobaan di AIT menunjukkan bahwa suhu permukaan dari drum dapat mencapai 100–180 °C sehingga serangan jamur dapat ditekan dan gabah dapat diselamatkan di tempat penyimpanan sementara.

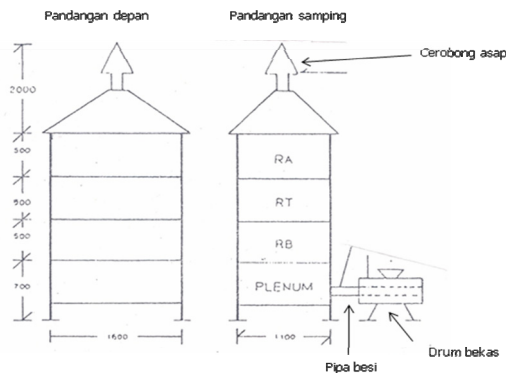
Percobaan di IRRI menunjukkan bahwa dengan mengkombinasikan antara panas secara konduksi pada komoditas yang dikeringkan dengan gerakan pencampuran dari pengering drum yang diputar; padi, jagung dan kacang tanah dapat dikeringkan dengan cepat, sehingga aman disimpan sementara. Dikemukakan juga bahwa penggunaan sumber panas dari arang briket untuk sistem pemanasan langsung dan arang tempurung kelapa untuk sistem pemanasan tidak langsung (Gambar 7) dapat menekan ongkos pengeringan dibandingkan dengan menggunakan sumber panas dari arang kayu yang dibakar.

Konstruksi alat pengering kacang tanah yang dikembangkan di IRRI cukup sederhana, sehingga tidak membutuhkan biaya tinggi dalam pembuatannya dan dapat dikerjakan oleh bengkel kecil di pedesaan. Namun biji yang dikeringkan dengan alat tersebut tidak dapat dipakai untuk benih mengingat tingginya suhu pengeringan yang dipakai. Alat pengering lain yang mempunyai prospek untuk pengeringan kacang tanah yang dipanen pada musim hujan adalah pengering model sumur (PELP) dan tipe rak (PTRS). Kedua alat pengering ini menggunakan sumber panas dari pembakaran limbah pertanian seperti tongkol jagung, tempurung kelapa, dan sekam. PELP mempunyai kapasitas 1,0 t jagung

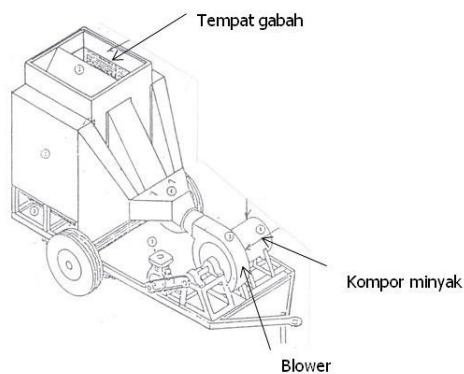
tongkol yang diletakkan dalam ruang berukuran 4 m x 2 m x 1,8 m. Kecepatan pengeringan dengan menggunakan bahan bakar tongkol jagung sebesar 1,7% bk/jam, pada suhu plenum 70 °C, kelembaban udara lingkungan 90% dan suhu udara 24 °C (Purwadaria 1990). Melihat kapasitasnya yang cukup besar, alat pengering ini cocok untuk petani kacang tanah yang memiliki lahan rata-rata satu hektar luasnya.



Gambar 7. Pengering kacang tanah polong tipe drum.



Gambar 8. Pengering Tipe Rak (PTRS).



Gambar 9. Alat pengering keliling tipe NAPHIRE.

Bagi petani yang memiliki lahan sempit, penggunaan PTRS (Gambar 8) dapat dianjurkan untuk mengeringkan kacang tanah yang dipanen pada musim hujan. PTRS dibuat dari bahan yang mudah didapat secara lokal seperti bambu, plastik transparan, kayu triplek, drum dan pipa bekas. Alat ini pada awalnya digunakan untuk mengeringkan jagung tongkol. Prinsip kerjanya sangat sederhana yaitu dengan memanaskan pipa besi melalui pembakaran sekam atau tongkol jagung kering maka udara panas dalam pipa akan mengalir ke ruang plenum terus ke rak pengering yang telah diisi jagung tongkol. Dengan adanya kontak udara panas dengan jagung tongkol basah maka secara perlahan air dalam biji jagung akan diuapkan.

Kapasitas PTRS mencapai 200–300 kg jagung tongkol basah dan mempunyai kecepatan pengeringan sama dengan penjemuran di atas lamporan (Tastra dan Mahagyosuko 1990). Dengan demikian secara teknis PTRS dapat juga digunakan untuk pengeringan kacang tanah polong saat panen musim hujan.

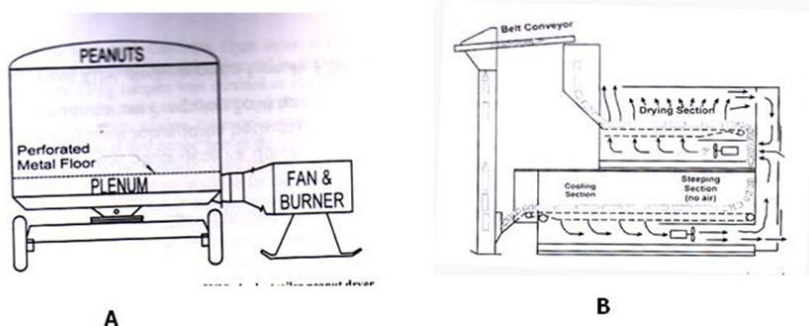
Di samping alat pengering sederhana yang telah dikemukakan, masih terdapat alat pengering yang lebih maju yang mempunyai prospek untuk disewakan kepada petani kacang tanah seperti penjualan jasa pemipilan jagung dan perontokan padi/kedelai. Alat pengering yang pertama (Gambar 9) dapat dioperasikan berpindah-pindah, sementara alat pengering yang kedua tidak bisa dipindah-pindah (Gambar 10). Kedua alat pengering tersebut dirancang untuk tujuan pengeringan gabah saat panen musim hujan.

Untuk mempercepat proses pengeringan kacang tanah cara tradisional, Butts and Sanders (2002) telah mengembangkan alat pengering sistem sirkulasi (Gambar 11). Dengan cara demikian, laju pengeringan kacang tanah polong dapat mencapai 2,1%/jam, 4 kali lebih cepat dibandingkan cara pengeringan tradisional (Gambar 11a) yang laju pengeringannya hanya 0,41%/jam. Namun demikian, mutunya lebih rendah dibandingkan dengan cara tradisional terutama dari besarnya persentase biji belah.

Untuk mendukung pengembangan sistem penjualan jasa pengeringan kacang tanah polong, Balitkabi telah merekayasa alat pengering yang bersifat mobil (Gambar 12A). Alat pengering ini berfungsi dwiguna, selain untuk mengeringkan kacang tanah polong, dapat juga dioperasikan keliling untuk sumber energi pengeringan kedelai, brangkasan saat panen musim hujan (Gambar 12B) (Tastra 2003). Alat pengering kacang tanah polong ini sudah dipatenkan dengan nomor paten sederhana ID 0 000 788 S.



Gambar 10. Pengering Tipe Kotak IRRI



Gambar 11. Alat pengering kacang tanah polong model trailer (A) dan resirkulasi (B).
Sumber: Butts and Sanders (2002).

Komponen utama alat pengering kacang tanah polong tersebut adalah drum pengering yang dilengkapi dengan sirip luar dan dalam, dan tungku pemanas menggunakan dua kompor minyak tanah. Dengan adanya putaran drum pengering, sirip luar drum pengering mendorong udara yang telah dipanasi oleh tungku pemanas hingga suhu 80–100°C masuk ke dalam drum pengering. Pada saat bersamaan, sirip bagian dalam drum pengering mengangkat (menyebarkan) kacang tanah polong kadar air tinggi (>45% bb) yang dimasukkan dari hopper secara merata sepanjang drum pengering sambil dikeringkan dengan udara panas kurang dari satu menit. Selanjutnya kacang tanah yang sudah melalui drum pengering jatuh melalui lubang pengeluaran ke tempat penampungan sambil didinginkan dengan hembusan udara dari saluran udara pendingin. Dengan menggunakan dua orang operator, kapasitas pengeringan kacang tanah polong sebesar 1 ton kacang tanah polong per jam. Dibandingkan dengan cara pengeringan tradisional (di lamporan semen), penggunaan alat pengering ini dapat menghemat waktu pengeringan 2 hingga 3 hari dengan mutu kacang tanah lebih baik.

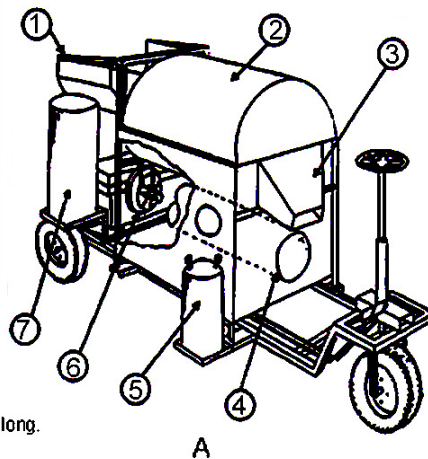
Hasil analisis kelayakan finansial menunjukkan bahwa pada tingkat harga alat (tidak termasuk mesin penggerak dan dudukan mesin) Rp19.500.000/unit, kapasitas efektif pengeringan 1 t kacang tanah polong/jam/2 orang operator, upah dua orang operator Rp60.000/hari, ongkos jasa pengeringan Rp30/kg (sekitar 1% dari harga eceran kacang tanah polong kering Rp3.000/kg) dan jam kerja efektif 120 jam/th; diperoleh biaya pokok alat Rp19,3/kg, titik impas 45 t/th, waktu pengembalian modal 1,5 tahun, nilai keuntungan sekarang (NPV) Rp2.100.000 juta, nisbah keuntungan dengan biaya (B/C) 1,2 dan tingkat pengembalian modal (IRR) 61,5%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengering kacang tanah polong cukup layak dikembangkan dalam sistem penjual jasa pengeringan (Tastra 2003).



B

Keterangan :

1. Hoper.
2. Penutup drum pengering.
3. Saluran pengeluaran kacang tanah polong.
4. Pipa penyalur udara dingin.
5. Tangki kompor minyak tanah.
6. Kipas penghembus udara dingin.
7. Tangki air pendingin mesin penggerak (12 hp).



A

Gambar 12. Alat pengering kacang tanah polong (A) yang dapat didayagunakan untuk sumber energi pengeringan kedelai brangkasan (B). Sumber: Tastra (2003).

Pembijian

Pembijian atau pengupasan kacang tanah secara manual dengan tangan juga banyak menyita waktu dan tenaga kerja. Jika pada saat perontokan polong, 5–10 polong dapat dirontok dengan tangan sekaligus, maka pembijian hanya dapat dilakukan polong demi polong. Dengan demikian, pembijian memerlukan tenaga 5–10 kali jumlah tenaga untuk perontokan kacang tanah polong.

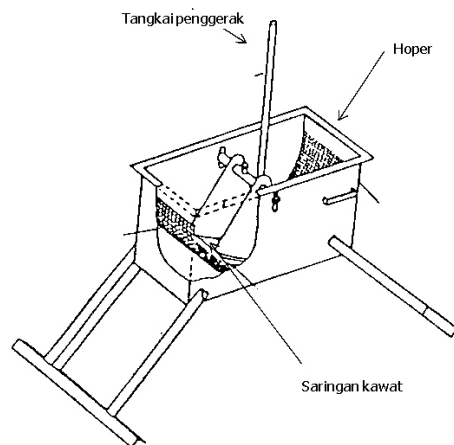
Untuk mengurangi beban kerja petani saat pengupasan polong kacang tanah, telah banyak dikembangkan alat pengupas kacang tanah, baik yang dibuat petani sendiri maupun oleh lembaga penelitian. Alat pengupas polong kacang tanah dapat dikelompokkan berdasarkan sumber tenaga penggerak dan prinsip kerja atau mekanisme kerjanya. Dari sumber tenaga penggeraknya, pengupas kacang tanah polong dapat dikelompokkan atas pengupas manual (tenaga penggerak manusia) dan mekanis (tenaga penggerak mesin). Sedang dari segi prinsip kerjanya, pengupas kacang tanah polong dibagi menjadi tipe bergerak bolak balik dan berputar (Gore *et al.* 1990).

Pengupas Polong Kacang Tanah Manual

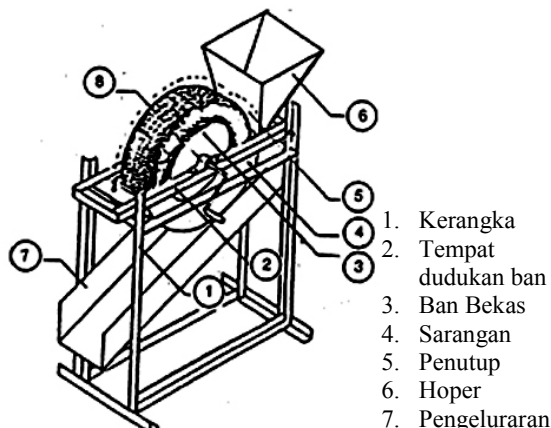
Pengupas polong kacang tanah manual dapat dioperasikan dengan menggunakan tangan atau kaki. Untuk pengupas yang dioperasikan dengan tangan ada tipe yang berputar setengah lingkaran (Gambar 13) dan berputar penuh (Gambar 14). Tipe yang pertama dikembangkan oleh *Tropical Product Institute* (TPI). Alat pengupas ini banyak dibuat di beberapa negara seperti di Indonesia dan Thailand. Komponen utama alat tersebut adalah hoper, pengupas, saringan dan tangkai pemutar. Dengan menggerakkan tangkai pemutar maju dan mundur, kulit polong kacang tanah terkelupas karena gesekan antara pengupas dengan saringan. Kapasitas pengupasan alat ini mencapai 60 kg/jam, dengan efisiensi 82–91% dan kerusakan biji 3–5% (Chinsuwan *et al.* 1989).

Pengupasan polong kacang tanah dengan sistem putaran penuh merupakan penyempurnaan dari yang berputar setengah lingkaran. Alat ini terdiri dari dua komponen utama yaitu ban yang diputar dan saringan yang berjarak antara 4–12 mm. Karena putaran ban, kulit polong terkelupas akibat gesekan dengan ban dan saringan. Biji dan kulit polong selanjutnya jatuh pada tempat penampungan. Kapasitas alat ini mencapai 50–60 kg kacang tanah polong/jam, dengan efisiensi 95% dan kerusakan biji 3–5% (Gambar 15) serta daya tumbuh biji 88% (Chinsuwan *et al.* 1989).

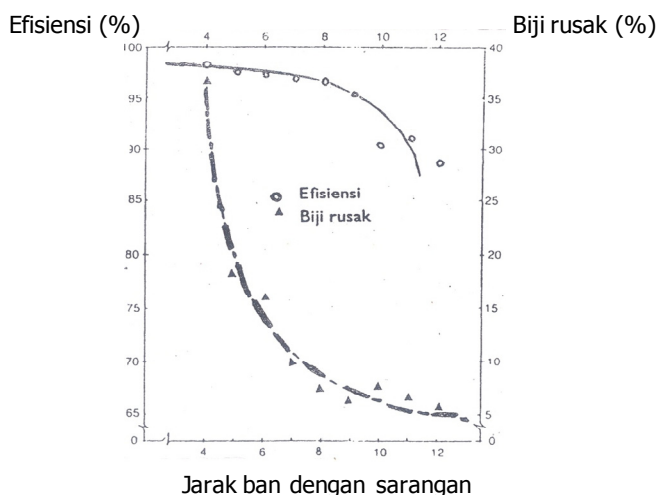
Pengupas polong kacang tanah polong yang digerakkan dengan kaki ada yang menggunakan sistem gesekan akibat gerakan maju-mundur salah satu komponen mesin (Gambar 16) dan gerakan berputar dari silinder (Gambar 17). Tipe mesin pengupas kacang tanah polong yang pertama dikembangkan oleh UPLB, Philippina, dengan kapasitas 40–80 kg/jam/orang. Sedangkan tipe mesin yang kedua dikembangkan oleh "Hindsons Private Ltd" India, dengan kapasitas 25 kg/jam/orang.



Gambar 13. Pengupas kacang tanah tipe putaran setengah lingkaran.



Gambar 14. Pengupas polong kacang tanah berputar penuh.



Gambar 15. Pengaruh jarak ban dengan sarangan pada alat pengupas kacang tanah sistem berputar terhadap efisiensi dan biji rusak.

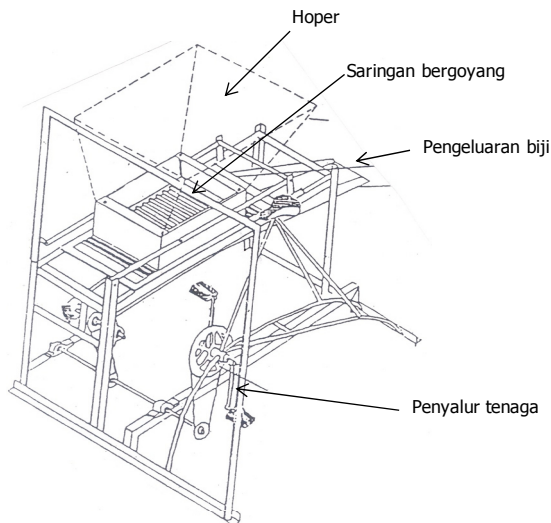
Mesin Pengupas Polong Kacang Tanah

Salah satu contoh pengupas polong kacang tanah yang digerakkan dengan mesin adalah pengupas model TNAU yang dikembangkan oleh Universitas Pertanian Tamilnadu, India (Gambar 18). Mesin pengupas ini pada hakekatnya penyempurnaan dari pengupas kacang tanah polong manual (Gambar 13), yaitu dengan mengganti sumber tenaga penggerak manusia dengan motor listrik 3,75 kW dan menambah kipas pembersih (*blower*). Kapasitas alat ini 400 kg polong kacang tanah/jam atau 260 kg kacang tanah biji/jam dengan efisiensi pengupasan 95%, efisiensi pembersihan 98% dan biji rusak 4,5%.

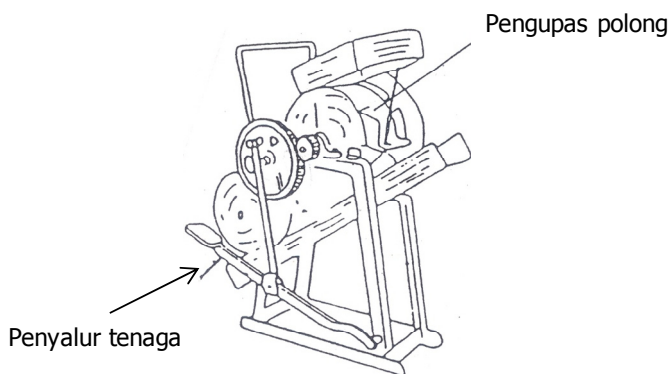
Contoh lain mesin pengupas polong kacang tanah adalah mesin pengupas model BPI, Filipina (Gambar 19). Mesin pengupas ini digerakkan dengan motor listrik 2,2 kW dan mempunyai kapasitas 30 kg/jam. Prinsip kerjanya adalah dengan memecahkan polong kacang tanah melalui dua silinder yang jaraknya dapat diatur. Selanjutnya kulit polong dan biji dihembus dengan blower dan dilewatkan melalui saringan. Dengan cara ini, tidak terjadi kerusakan biji.

Untuk meningkatkan keragaan mesin pengupas polong kacang tanah, Gore, *et al.*, (1990) telah berhasil mengembangkan mesin pengupas polong kacang tanah dengan kapasitas 280 kg/jam, efisiensi 98,05% dan biji rusak 4,53% pada kadar air biji 13% bb. Mesin pengupas ini mempunyai keragaan yang lebih baik dari pengupas tipe SH-3 yang hanya mempunyai kapasitas 228 kg/jam, efisiensi 84,5% dan biji rusak 4,4% (Lando dan Prastowo 1990).

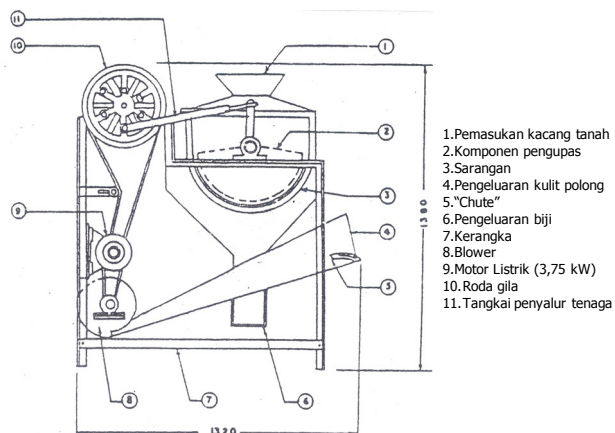
Saat ini belum ada sistem penjualan jasa pengupasan polong kacang tanah. Mesin pengupas polong kacang tanah yang ada di pedagang pengumpul umumnya dirancang untuk penggunaan di tempat (stasioner). Kapasitas pengupasan dalam bentuk biji kacang tanah sangat beragam, mulai dari 0,5–0,9 t/jam (Purwadaria 1991). Sebagai contoh, mesin pengupas polong kacang tanah rancangan Deptan kapasitasnya mencapai 0,5 t/jam, dengan jumlah biji belah 2,75% dan tingkat kerusakan biji tidak ada (Gambar 20).



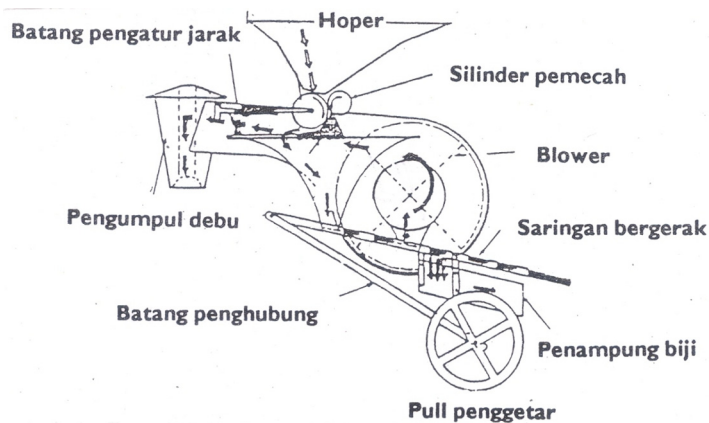
Gambar 16. Pengupas polong kacang tanah tipe UPLB



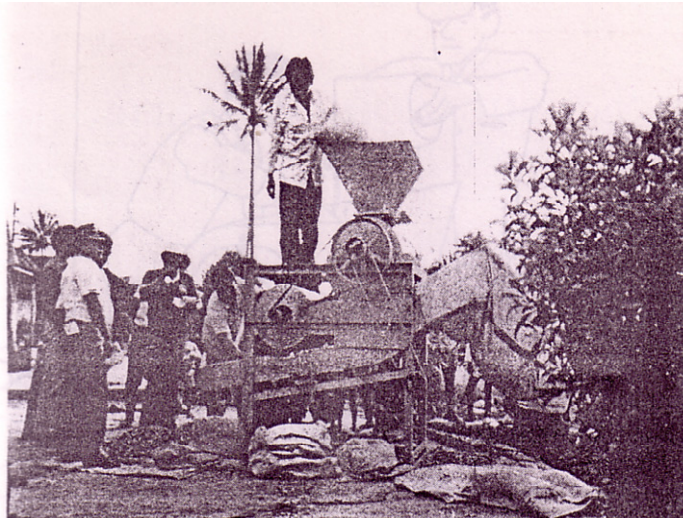
Gambar 17. Pengupas polong kacang tanah Tipe Hindsom, India.



Gambar 18. Pengupas polong kacang tanah Tipe Tamilnadu, India.



Gambar 19. Pengupas polong kacang tanah Tipe BPI, Philippines



Gambar 20. Mesin pengupas polong kacang tanah kapasitas 0,5 ton biji kacang tanah. Sumber: Purwadaria (1991).

Penyimpanan

Penyimpanan merupakan salah satu kegiatan penting dalam penanganan pascapanen kacang tanah untuk mempertahankan mutu biji selama dalam pemasaran/distribusi ke konsumen dan industri pengolahan. Menurut Muhilal dan Nurjadi (1977) dalam Mahmud (1989), kacang tanah memerlukan waktu sekitar 40–110 hari setelah dipanen untuk sampai ke tangan konsumen. Sementara Dharmaputra *et al.* (2003) melaporkan, diperlukan sedikitnya waktu tiga minggu dari petani untuk sampai ke pedagang pengecer setelah melalui penebas dan pedagang pengumpul. Selanjutnya, kacang tanah tersebut berada sekitar satu bulan di tingkat pedagang pengecer.

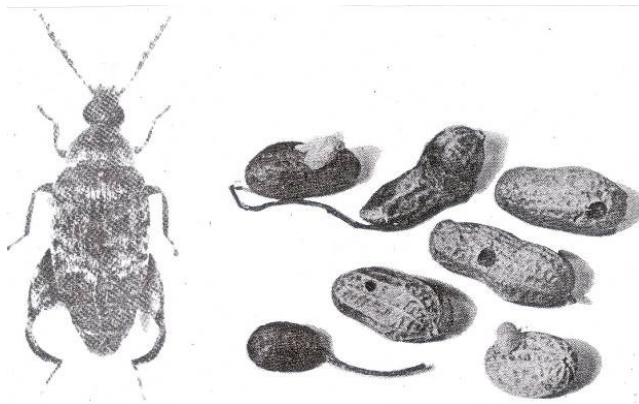
Kacang tanah biasanya disimpan dalam bentuk polong atau biji yang rentan terhadap serangan jamur, hama dan rayap. Tingkat kerusakan dalam penyimpanan sangat tergantung pada cara penanganan sebelumnya (saat dan cara panen, pengeringan, perontokan/

pembijian) yang berpengaruh terhadap mutu awal kacang tanah (kadar air biji, tingkat kematangan dan kerusakan biji) sebelum disimpan. Di samping itu, cara penyimpanan dan konstruksi ruang simpan juga akan berpengaruh terhadap laju kerusakan biji akibat adanya perubahan kondisi lingkungan penyimpanan (suhu, kelembaban dan aerasi udara).

Penyimpanan Polong Kacang Tanah

Penyimpanan polong kacang tanah biasanya dilakukan oleh petani untuk benih atau menunggu saat yang tepat untuk dijual setelah panen dan transit di tingkat pedagang pengumpul sebelum dijual ke pedagang besar/industri pengolah. Sigi di beberapa kabupaten di Jabar, DIY dan Jatim didapatkan, bahwa petani menggunakan karung goni, kaleng, keranjang bambu/*bodak*, karung plastik bekas pupuk (*glangsi*) sebagai pengemas benih yang disimpan dengan kadar air 14–15% selama 3–4 bulan dengan daya tumbuh sekitar 80% (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan 1978). Kadar air tersebut melebihi kadar air standar untuk polong kacang tanah, yaitu 9% (Tabel 4). Karung goni disarankan sebagai pengemas dan disimpan dalam ruang yang sejuk dan kering (suhu 27°C dan kelembaban nisbi 56–70%) serta tidak kontak langsung dengan dinding dan lantai. Penyimpanan skala besar dapat dilakukan dengan sistem curah, seperti di Gambia (*Secco*) atau di dalam silo maupun kotak/bak (Feakin 1973).

Hama gudang yang paling banyak ditemui pada penyimpanan kacang tanah dalam bentuk polong adalah *Caryedon serratus*. Hama tersebut mula-mula merusak polong, kemudian biji (Gambar 21). Larvanya hidup dan berkembang di dalam kotiledon biji. Pada kondisi optimum (suhu 30°C dan kelembaban nisbi 70%), perkembangan telur menjadi dewasa memerlukan waktu 42 hari (Feakin 1973).

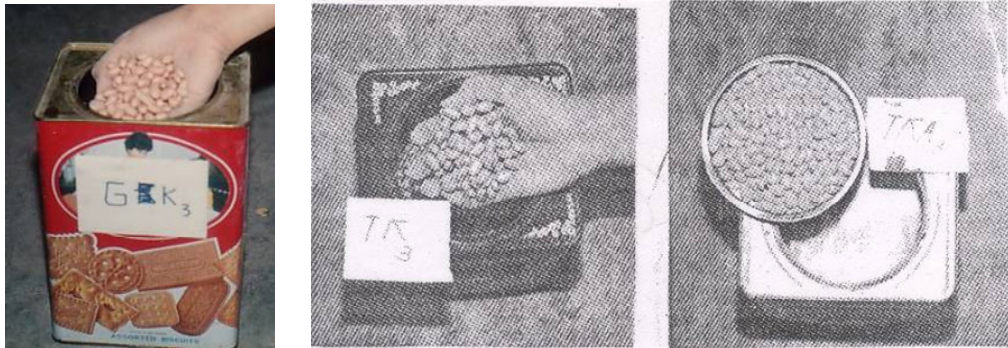


Gambar 21. Kerusakan polong kacang tanah oleh hama gudang *Caryedon serratus*. Sumber: Feakin (1973)

Penyimpanan Biji Kacang Tanah

Penyimpanan biji kacang tanah (ose) memerlukan kadar air yang lebih rendah, yakni 7% sesuai dengan standar mutu biji (Tabel 5). Untuk keperluan benih, kacang tanah juga dapat disimpan dalam bentuk biji untuk mengurangi volumenya. Penelitian penyimpanan benih varietas Gajah dan Tapir dengan kadar air awal biji 5–7% dalam kaleng bekas biskuit (kapasitas 5 kg) menunjukkan daya tumbuh di atas 80% selama 6 bulan (Ginting

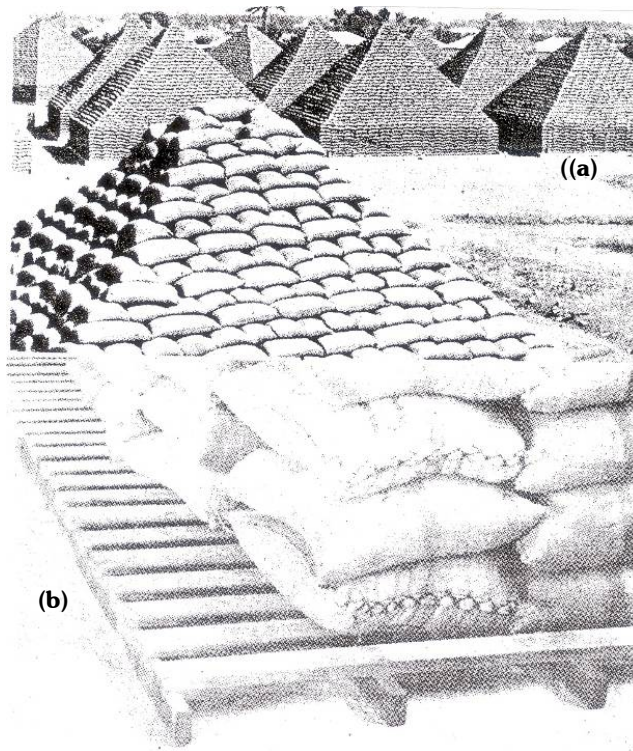
1989). Pemberian 10% abu dapur atau kapur tohor tidak berpengaruh pada daya kecambah karena kadar air dapat dipertahankan $<7\%$ (Gambar 22).



Gambar 22. Penyimpanan benih kacang tanah varietas Gajah dan Tapir dalam pengemas kaleng. Sumber: Ginting (1989).

Untuk penyimpanan benih skala besar dapat dilakukan dengan pemberian 15% gas CO_2 ke dalam drum tertutup yang berisi benih dengan kadar air 6,7–9,6% (Manalabe et al. 1991). Cara ini efektif selama enam bulan dan dinilai lebih ekonomis daripada praktek petani atau bila petani membeli benih sendiri. Penyimpanan biji untuk tujuan perdagangan atau menunggu diolah lebih lanjut, biasanya dilakukan di dalam gudang. Gudang hendaknya memiliki aliran udara, lantai yang kering dan tidak mudah dimasuki oleh serangga bersayap dan tikus serta berfungsi sebagai pelindung dari pengaruh udara luar (panas/hujan). Oleh karena itu, gudang harus memiliki dinding tembok, langit-langit, ventilasi dengan kawat berjaring dan lantai semen setebal 0,5" untuk mencegah penetrasi uap air dari dalam tanah (Feakin 1973). Pengemas yang biasa digunakan adalah karung goni yang seragam ukurannya. Karung-karung ini ditumpuk di atas rak kayu (Gambar 23b) dan diberi jarak dengan dinding untuk menghindari terjadinya absorpsi uap air. Antartumpukan karung diberi lorong-lorong agar mudah dibersihkan dan dikontrol. Karung yang pertama masuk, hendaknya juga menjadi karung yang pertama keluar. Ini berkaitan dengan meningkatnya kandungan asam lemak bebas di dalam biji, di samping kadar air yang berkorelasi dengan waktu. Asam lemak bebas ini dihasilkan dari oksidasi dan lipolisis lemak yang dapat menurunkan mutu biji kacang tanah karena mudah tengik (*rancid*). Proses tersebut dipengaruhi oleh tingkat kadar air dan keutuhan biji (Feakin 1973).

Penyimpanan di luar gudang dapat dilakukan dengan cara menumpuk karung goni menjadi berbentuk piramida seperti yang terdapat di Nigeria (Gambar 23a). Satu tumpukan terdiri atas 850–900 ton. Bagian dasar diberi penyangga yang dialasi lembaran polietilen dan ditutup terpal. Hama gudang dalam penyimpanan biji kacang tanah, antara lain *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus mercator*, *Ephestia cautella* dan *Plodia interpunctella* yang umumnya dapat berkembang pada kondisi suhu 28–35 °C dan kelembaban nisbi 70% (Feakin 1973).



Gambar 23. Teknik penyimpanan biji kacang tanah skala besar di luar gudang (a) dan di dalam gudang (b). Sumber: Feakin (1973).

PENUTUP

Informasi komponen teknologi pascapanen yang telah dikemukakan merupakan masukan yang terkontrol dilihat dari perspektif "Sistem Penanganan PascaPanen Kacang Tanah" (Gambar 1). Sebagian besar komponen teknologi pascapanen tersebut sudah diterapkan di tingkat petani, namun masih perlu dioptimalkan kinerjanya dengan memacu penerapan inovasi Alsintan tepat guna, sejalan dengan semakin berkembangnya sistem penjualan jasa Alsintan (SIPUJA). Proses optimasi tersebut hendaknya mempertimbangkan aspek kebijakan pemerintah (insentif harga jual yang layak bagi petani yang mampu menghasilkan kacang tanah biji sesuai standar mutu), masukan tak terkontrol (persepsi petani terhadap tingkat kehilangan hasil kacang tanah), dan parameter desain sistem (sifat fisik dan panas kacang tanah polong dan biji); guna mendapatkan keluaran yang dikehendaki (kacang tanah yang dihasilkan memenuhi standar mutu dan harganya tinggi menguntungkan petani) dan menekan keluaran yang tak dikehendaki (susut tercecercer kacang tanah yang tinggi).

Pelembagaan proses optimasi penerapan teknologi pascapanen kacang tanah sangat dibutuhkan utamanya di sentra-sentra produksi kacang tanah yang panennya jatuh pada musim hujan, dengan melibatkan beberapa kelompok tani yang responsif terhadap masukan teknologi maju. Secara operasional hal ini sangat ditentukan oleh dukungan kebijakan pemerintah daerah dalam pengadaan sentra-sentra pelayanan pascapanen kacang tanah. Adanya sentra-sentra pelayanan pascapanen kacang tanah dapat dijadikan sarana menumbuhkembangkan sinergi antara petani dengan penjual jasa Alsintan dan industri

pengolahan, agar masing-masing mendapatkan nilai tambah (keuntungan) yang wajar untuk menjamin keberlanjutan penyediaan bahan baku kacang tanah yang sesuai standar mutu yang ditetapkan pemerintah, baik untuk konsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor yang sangat ketat terhadap persyaratan kandungan aflatoksin.

DAFTAR PUSTAKA

- Antarno. 1992. Pengembangan Mekanisasi Pertanian Dalam Rangka Mempertahankan Swasembada Produksi Beras sampai dengan tahun 2000 di Jawa Timur. Hlm. 1–11 *Dalam* A. Kasno dkk., (Ed.) *Risalah Seminar Hasil Pertanian Tanaman Pangan Tahun 1991*. Balittan Malang.
- Anonim. 2010. Mesin perontok polong kacang tanah. http://eproduk.litbang.deptan.go.id/product.php?id_product=42 . Diakses tanggal 25 Mei 2010.
- Balitkabi. 2013. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 185 hlm.
- Brotonegoro, S., Q.J. Laumans, and J.Ph. van Staveren. 1986. *Palawija, Food Crops other than Rice in East Java Agricultural*. MARIF Monograph 2, Malang Research Research Institute for Food Crops. Malang.
- Bilanski, W.K., P.H. White, R.C. Roy, and W.D. Graham. 1989. High-Moisture Peanut Harvester. *Appl. Engineering in Agric.* 5(4): 457–462.
- BPS. 1992. *Statistik Indonesia 1991*. Biro Pusat Statistik. Jakarta. 611 hlm.
- BPS. 2012. *Statistik Indonesia 2011*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 620 hlm.
- Butts, C.L. and T.H. Sanders. 2002. Curing peanuts using continuous flow dryers. *Appl. Engineering in Agric.* 18(1):77–83.
- Chinsuwan, W., S. Wongpichet, S. Hengnirum, and S. Sudjana. 1989. Appropriate groundnut post-harvest equipment for income generation. p. 127–137 *In* J.O. Naewbanij (eds.) *Proc. of 10th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology*. Bangkok, Thailand.
- Dharmaputra, O.S., A.S.R. Putri, I. Retnowati dan S. Ambarwati. 2003. *Aspergillus flavus* and aflatoxin in peanuts at various stages of delivery chains in Pati Regency, Central Java. Report of ACIAR project # PHT 1997/017. 38 p.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 1978. Studi masalah benih kacang tanah di Jawa. Sub-direktorat Pembina Mutu Benih. Direktorat Perlingungan Tanaman Pangan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- DSN. 1995. Standar mutu kacang tanah. SNI 01–3921–1995. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta. 7 hlm.
- FAOSTAT. 2009. Statistical data of food balance sheet. www.fao.org (accessed on 27 February 2014).
- Feakin, D.S. 1973. Pest Control in Groundnuts. PANS Manual No. 2. Centre for Overseas Pest Research.
- Frio, A.S. 1991. Grain postharvest research and development in the Asean region (Grain drying). Technical notes, AGPQ, 3(2): p.2
- Ginting, E., 1989. Pengaruh Penggunaan Bahan Desikan terhadap Mutu Benih Kacang Tanah dalam Penyimpanan. Laporan Penelitian PL480 tahun 1988/1989. Balittan Malang.
- Gore, K.C.P. Gupta and G. Singh. 1990. Development of power-operated groundnut sheller. *AMA* 21(3):38–44.
- Goel, A.K. and S.K. Nanda. 1994. Comparative performance of different methods of groundnut threshing. *AMA*, 25(1):37–41.
- Lando dan Prastowo. 1990. Perbaikan dan pengujian pengupas kulit kacang tanah. *Dalam* Laporan Hasil Penelitian 1989/1990. Kelti Mekanisasi dan Teknologi. Balittan Maros.

- Mahagayosuko, H. dan I.K. Tastra. 1995. Evaluasi kinerja mesin perontok polong kacang tanah dan prospek pengembangannya. *Dalam* Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1994. Balittan Malang.
- Mahmud, M. 1989. Groundnut aflatoxin problems in Indonesia. p. 215–222. *In* D. McDonald dan V.K. Mehan (ed). *Proceedings of the International Workshop on Aflatoxin Contamination of Groundnuts*. ICRISAT, India, 6–9 October 1987.
- Manalabe, R.E., R.E.A.L.F.A. Cano jr and R.P. Gregorio. 1991. Design and development of a groundnut seed storage system. *ASEAN Grain Postharvest Quarterly* 3(2):6.
- Murphy, P.A., S. Hendrich, C. Landgren, and C.M. Pryant. 2006. Food mycotoxins: An update. *J. Food Sci.* 71(5):R51–R65.
- Paramawati, R., R.W. Arief dan S. Triwahyudi. 2006. Upaya menurunkan kontaminasi aflatoksin B₁ pada kacang tanah dengan teknologi pasca panen (Studi kasus di Lampung). *Jurnal Enjiniring Pertanian* 4(1): 1–8.
- Phongpipatpong, M. 1991. Thin-layer drying characteristic of Thai peanuts. *Food-IFRPD* 21(4): 272(14).
- Purwadaria, H.K. 1991. Teknologi penanganan pasca panen kacang tanah. Pusat Pengembangan Teknologi Enjiniring Pertanian Tepat Guna. Departemen Pertanian.
- Rahayu, E.S. 2011. Aflatoxin, occurrence and integrated management control in Indonesia. Paper presented at IUMS Outreach Program in Food Safety. Denpasar, Bali, 22–24th June 2011. Gajah Mada Univ. Yogyakarta. 45 p.
- Sittiphong, N., P. Thrdtoon, W. Klongpanich and T. Siratanapanta. 1987. Drying characteristic of soybean and peanut. p.137–146 *In* Proc. of the 10th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology. Bangkok. Thailand.
- Tastra, I.K. dan H. Mahagayosuko. 1990. Prospek penerapan pengering jagung tipe rak energi sekam dan tongkol, jagung di tingkat petani. Makalah Seminar Nasional Teknologi Pengeringan Komoditi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Tastra, I.K. 1996. Peluang dan strategi pengembangan jasa perontokan polong kacang tanah skala kecil di sentra produksi lahan kering Tuban. Hlm 414–429 *Dalam* Saleh, dkk. (eds). *Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. ISSN 0854-8625. Balitkabi, Malang.
- Tastra, I K., dan D. Harnowo, 1992. Rancangan dan penerapan perontok polong kacang tanah di tingkat petani. Laporan Penelitian Kelti Pasca Panen dan Mekanisasi No.:57–2/ALT/APBN/1992. Balittan Malang.
- Tastra, I.K. 2003. Prospek pengembangan sistem penjualan jasa alsintan pengeringan kacang tanah polong. *Buletin Palawija*, No. 5 & 6: 26–35.
- Tastra, I K., Gatot S.A. Fatah, Didik Harnowo dan Riwanodja. 2008. Prospek penerapan pengering cepat kedelai brangkas pada musim hujan. Hlm 635–656 *Dalam* Pros. Simposium V Tanaman Pangan. Inovasi Teknologi Tanaman Pangan. Pusat Penelitian Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian.
- Zafar, A.W., and M. Khan. 1986. Efforts towards mechanization of groundnut production in Pakistan. p. 195–202 *In* A.B. Walls, N. Ali and M. Dueck, (eds.). *Proc. of National Groundnut Workshop*. NARC, Islamabad, Pakistan, February 17–18, 1986.

TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAN PRODUK OLAHAN KACANG TANAH

Rahmi Yulifianti ¹⁾, B.A. Susila Santosa²⁾, dan Sri Widowati ²⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang, ²⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor

PENDAHULUAN

Biji kacang tanah kaya akan nutrisi dengan kadar lemak berkisar antara 44,2–56,0%; protein 17,2–28,8%; dan karbohidrat 21%. Kandungan lemak kacang tanah tertinggi di antara semua jenis kacang-kacangan, bahkan dengan beberapa komoditas tanaman pangan lainnya (Tabel 1). Sekitar 76–86% penyusun lemak kacang tanah merupakan asam lemak tidak jenuh, seperti asam oleat dan linoleat.

Tabel 1. Kandungan zat gizi kacang tanah dan berbagai bahan pangan (per 100 g bahan dapat dimakan)

Komoditas	Air (g)	Protein (g)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Serat (g)
Padi	12	7,5	77,4	1,9	0,9
Jagung	10	10	70,0	4,5	2,0
Talas (umbi)	70	1,	26,0	–	1,5
Ubikayu (umbi)	62	1,8	92,5	0,3	2,5
Ubijalar (umbi)	70	5,0	85,8	1,0	3,3
Kedelai	10	35,0	32,0	18,0	4,0
Kacang tanah	5,4	30,4	11,7	47,7	2,5
Kacang hijau	10	22,0	60,0	1,0	4,0

Sumber: Purnomo dan Purnamawati (2007).

Protein kacang tanah, sekitar 30% penyusunnya terdiri atas asam amino esensial seperti arginin, fenil alanin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, triptofan, dan valin. Kandungan mineral utama kacang tanah adalah kalsium, magnesium, fosfor, dan sulfur. Sedangkan untuk vitamin, di antaranya adalah riboflavin, thiamin, asam nikotinat, vitamin E, dan vitamin A. Vitamin E (tokoferol) juga memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Santosa *et al.* 1993, Fachruddin 2000, Sudjadi dan Supriati 2001).

Menurut FAOSTAT (2009), sebanyak 85% kacang tanah yang tersedia di Indonesia dimanfaatkan sebagai bahan pangan dengan tingkat konsumsi rata-rata 2,4 kg/kapita/tahun dalam bentuk kacang rebus/goreng, bumbu pecel/gado-gado, kacang garing/asin, biskuit, permen, bahan pengisi roti dan berbagai kue, minyak nabati, selai, tepung, dan susu. Sementara bungkil kacang tanah, yakni ampas biji kacang tanah yang diekstrak minyaknya, dapat digunakan untuk pembuatan *oncom* di Jawa Barat dan tempe kacang di Jawa Timur. Daun kacang tanah dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak dan pupuk hijau (Suprpto 2000). Selain untuk pakan ternak, kulit polong kacang tanah juga dapat diolah menjadi briket arang (Wahyusi *et al.* 2012).

Total kebutuhan nasional kacang tanah sekitar 856 ribu ton pada tahun 2012 (Tyas 2014), sementara tingkat produksi baru mencapai 713 ribu ton (BPS 2012). Oleh karena itu kekurangannya harus diimpor (Tyas 2014) dalam bentuk polong kering dan biji untuk bahan baku kacang garing (kacang asin) dan kacang atom. Impor kacang tanah terutama

dari India dan Thailand (Sudjadi dan Supriati 2001) dengan jumlah diperkirakan mencapai 165.000 ton pada tahun 2014 (Anonim 2014). Kebutuhan kacang tanah akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan pangan masyarakat dan beragamnya produk olahan kacang tanah. Produk yang kini tersedia di pasaran, baik berupa makanan tradisional maupun yang telah dimodifikasi dan produk makanan baru tampak terus berkembang, demikian pula dengan penampilan, citarasa dan kemasannya. Industri pangan berbahan baku kacang tanah juga terus bermunculan, baik skala kecil, sedang maupun besar.

PRODUK OLAHAN KACANG TANAH

Pengolahan kacang tanah menjadi berbagai produk industri pangan merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan nilai tambah di samping mendukung program diversifikasi pangan. Selain itu, juga untuk meningkatkan kapasitas ekspor karena umumnya kacang tanah diekspor masih dalam bentuk polong mentah (BPS 2012).

Tabel 2. Kandungan gizi tiga produk olahan kacang tanah dalam setiap 100 g produk

Komposisi	Kacang tanah kupas dengan kulit ari biji	Kacang tanah rebus dengan kulit	Kacang tanah sangrai tanpa kulit ari biji
Kalori (kal)	452,00	360,00	559,00
Protein (g)	25,30	13,50	26,90
Lemak (g)	42,80	31,20	44,20
Karbohidrat (g)	21,10	12,80	23,60
Kalsium (mg)	58,00	42,00	74,00
Fosfor (mg)	335,00	177,00	393,00
Besi (mg)	1,30	1,40	1,90
Vitamin A (S.I)	0	0	0
Vitamin B1 (mg)	0,30	0,44	0,30
Vitamin C (mg)	3,00	5,00	0
Air (g)	4,00	40,20	2,60
Bagian yang dapat dimakan (%)	100	43	100

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI 1981.

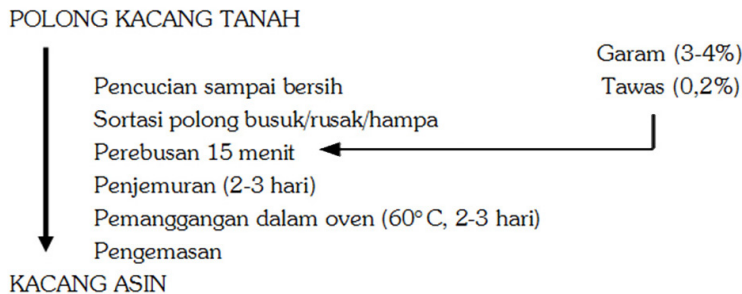
Namun konsekuensinya, pengolahan yang umumnya berkaitan dengan proses pencucian, perendaman, pemanasan, dan pemberian bahan kimia, bumbu, dan lain-lain berdampak pada perbedaan kandungan nutrisi untuk masing-masing produk yang dihasilkan (Tabel 2).

Beberapa produk olahan kacang tanah beserta dengan teknologi pengolahannya disajikan berikut.

1. Kacang Asin

Kacang asin merupakan produk olahan kacang tanah yang cukup populer dan digemari masyarakat. Produk ini biasanya dikonsumsi sebagai makanan ringan/selingan. Adapun cara pengolahannya disajikan pada Gambar 1. Pada pengolahan kacang asin perlu diperhatikan proses pemanggangannya dalam oven (dapat menggunakan oven berbahan bakar arang) agar diperoleh kacang asin yang tingkat kematangannya baik dan

seragam. Untuk itu, digunakan suhu 60°C selama 2–3 hari dan setiap 6 jam sekali harus dibalik untuk meratakan panasnya.



Gambar 1. Cara pengolahan kacang asin.
Sumber: Astawan dan Astawan 1991.

2. Kacang Tanah Lemak dan Kalori Rendah (KTLKR)

Pada pengolahan ini, selain dihasilkan kacang tanah lemak rendah, juga diperoleh hasil samping berupa minyak kacang. Ada tiga tahapan penting dalam pengolahan KTLKR, yakni 1). penekanan atau pengepresan biji secara mekanis, 2). rekonstitusi atau pengembalian biji ke bentuk semula dilakukan dengan perendaman air/bumbu, dan 3). pengeringan atau penggorengan (Gambar 2 dan 3). Dengan cara ini, kerusakan protein dapat dihambat dan kebersihannya relatif terjamin.

Proses pengepresan biji pada pembuatan KTLKR menurunkan kandungan lemak dari 50,0% menjadi 31,2% dan energi dari 445,2 Kal menjadi 311,4 Kal, sedangkan protein meningkat dari 21,4% menjadi 37,4% (Santosa 1996). Demikian pula nilai cerna proteinnya (NPU=Net Protein Utilization) meningkat dari 93,0% menjadi 94,6%. Menurut Santosa *et al.* (1996), varietas-varietas kacang tanah yang sesuai untuk pengolahan KTLKR adalah Tupai, Gajah, Rusa, Pelanduk, dan Kijang, sedangkan Kelinci kurang sesuai karena bijinya relatif lebih mudah pecah pada saat proses pengepresan. Dengan demikian, varietas-varietas unggul baru yang berbiji besar, seperti Kancil, Domba, Jerapah, Singa, Talam 1, Takar 1 dan Takar 2 (Balitkabi 2012) juga sesuai untuk bahan baku KTLKR.

Lemak kacang tanah yang dominan tersusun dari asam lemak tidak jenuh menyebabkan kacang tanah sangat rentan terhadap oksidasi yang berakibat pada terjadinya ketengikan (Patty dan Young 1982 dalam Darwati dan Pranoto 2010). Pengepresan bertujuan untuk mengurangi kandungan minyak/lemak pada biji, namun berakibat pada rusaknya sebagian sel-sel biji yang membuat biji kacang tanah dapat menyerap minyak 10,23% pada proses penggorengan (Yuliana 2000, Salfarindo 2005 dalam Darwati dan Pranoto 2010) sehingga rentan terhadap ketengikan dan umur simpannya menjadi pendek (Santoso dan Yulianto 1992 dalam Darwati dan Pranoto 2010). Oleh karena itu, sisa minyak diupayakan minimal dengan cara pemisahan menggunakan *centrifuge* atau *spinner* (Gambar 3).

Pengolahan kacang tanah menjadi kacang tanah lemak dan kalori rendah menunjukkan penurunan persentase minyak sekitar 20,2% dan terjadi kenaikan persentase protein 9–10%. Perkiraan perhitungan nilai kalori berdasarkan faktor nutrisi yang diperhitungkan untuk protein dan minyak, masing-masing 3,47 dan 8,37 tanpa memperhitungkan nilai kalori karbohidrat yang terkandung di dalamnya.

BIJI KACANG TANAH (kadar air 17%)

Pengeringan oven (110-120° C selama 20 menit sampai kadar air 4-6%)

Pengepresan (10-15 menit dengan alat pres hidrolik dalam kondisi panas)

KACANG TANAH LEMAK DAN KALORI RENDAH

Pemisahan kulit ari

Penyimpanan atau pengolahan lebih lanjut

Perendaman dalam air/bumbu

Penggorengan dengan minyak panas

Pemisahan sisa minyak (*centrifuge/spinner*)

KACANG TANAH LEMAK DAN KALORI RENDAH GORENG

Gambar 2. Diagram alir pengolahan kacang tanah lemak dan kalori rendah.

Sumber : Santosa *et al.* 1993, Ginting *et al.* 2012.



Pengepresan biji dengan hidrolik press



Biji yang telah dipres dipisahkan kulit arinya



Perendaman biji yang telah dipres



Penggorengan



Pemisahan sisa minyak dengan *centrifuge*



Kacang tanah lemak rendah goreng

Gambar 3. Cara pengolahan kacang tanah lemak dan kalori rendah.

Komposisi kimia dan ultrastruktur. Minyak kacang tanah sebagian besar mempunyai komposisi trigliserida dan sebagian kecil digliserida dan monogliserida. Kadar asam lemak tidak jenuh 80% dihitung dari total asam lemak yang dikandungnya, sedang asam lemak jenuh adalah 20%. Asam lemak yang paling dominan adalah asam oleat dan asam linoleat, yang merupakan asam lemak tidak jenuh (Adnan 1980, Santosa 1985). Dengan analisis gas kromatografi didapatkan persentase asam-asam lemak bebas dalam minyak biji kacang tanah. Contoh hasil analisis varietas Macan ditampilkan pada Tabel 3.

Selama berlangsungnya proses pematangan biji kacang tanah jumlah asam palmitat, linoleat, eikosinat, behenat dan lignoserat menurun, sedangkan kadar asam oleat meningkat. Di dalam biji kacang tanah selama pematangan di pertanaman tidak menunjukkan pola komposisi asam lemak yang tetap pada minyak (Young dan Mason 1972 *dalam* Santosa *et al.* 1993). Komposisi asam-asam lemak dipengaruhi oleh lokasi penanaman, jenis tanah, musim dan varietas. Pada umumnya asam lemak yang paling banyak dipengaruhi komposisinya adalah asam oleat, linoleat, dan stearat (Tabel 3).

Ultrastruktur biji kacang tanah awal (KT) dan setelah dipres (KTLKR) dapat dilihat dalam gambar 4, 5, dan 6. Granula globoid lemak yang semula banyak jumlahnya atau rapat kedudukannya berubah menjadi sedikit jumlahnya atau jarang kedudukannya (Gambar 5). Dengan tekanan yang lebih besar atau lebih kuat dan waktu pengepresan lebih lama maka terjadi pengurangan kadar lemak lebih banyak. Minyak kacang tanah yang telah dipres, sebagian besar keluar dari sel melalui plasmodesmata. Kenaikan persentase protein disebabkan terjadinya pengurangan minyak pada tahap pengepresan tersebut. Gambar 6 menunjukkan sebagian granula globoid minyak yang masih melekat pada bagian aleuron dan struktur biji kacang tanah lemak dan kalori rendah yang telah direkonstitusi. Granula globoid minyak berukuran dari 8–15 μm . Beberapa granula globoid minyak berada di dalam sel dan terlihat beberapa plasmodesmata yang membuka. Pada tahap pengolahan rekonstitusi sampai digoreng dengan minyak sayur relatif tidak terjadi perubahan ultrastruktur, hanya terjadi perubahan ukuran ketebalan aleuron dari 11–17 μm menjadi 2–8 μm (Santosa dan Yulianto 1990 *dalam* Santosa *et al.* 1993).

Tabel 3. Identifikasi dan persentase asam lemak bebas dari kacang tanah lemak rendah varietas Macan dengan analisis gas kromatografi.

No.	Identifikasi asam lemak bebas	Asam lemak bebas
1.	Asam Kaprilat ($\text{C}_{8:0}$)	–
2.	Asam Laurat ($\text{C}_{12:0}$)	–
3.	Asam Miristat ($\text{C}_{14:0}$)	0,51
4.	Asam Palmitat ($\text{C}_{16:0}$)	0,30
5.	Asam Palmitoleinat ($\text{C}_{16:1}$)	0,06
6.	Asam Stearat ($\text{C}_{18:0}$)	13,83
7.	Asam Oleat ($\text{C}_{18:1}$)	50,16
8.	Asam Linoleat ($\text{C}_{18:2}$)	32,15
9.	Asam Linolenat ($\text{C}_{18:3}$)	–
10.	Asam Arakidat ($\text{C}_{20:0}$)	0,07
11.	Asam Eikosinat ($\text{C}_{20:1}$)	0,97
12.	Asam Behenat ($\text{C}_{22:0}$)	1,93

Sumber: Kanoni *et al.* 2008. –:tidak terdeteksi.



Gambar 4. Ultrastruktur biji kacang tanah awal.



Gambar 5. Ultrastruktur biji kacang tanah setelah dipres.



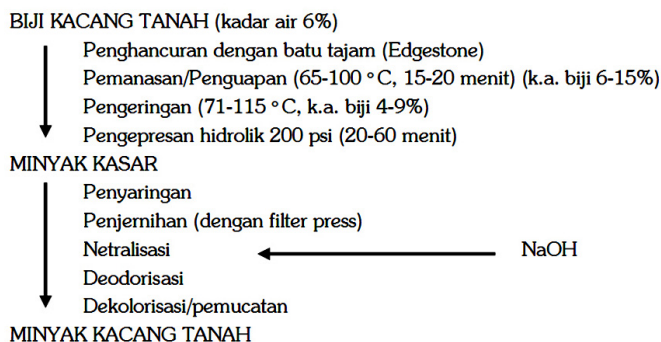
Gambar 6. Struktur biji KTLKR setelah direkonsiliasi.

3. Minyak Kacang Tanah

Kacang tanah dapat diekstraksi minyaknya untuk keperluan minyak makan/goreng, minyak sayur, bahan baku dalam industri margarin dan bahan pelembut produk rerotian (*shortening*). Ekstraksi minyak kacang tanah dapat dilakukan dengan tiga cara, yakni pres hidrolis (Gambar 3), pres ulir/*expeller*, dan dengan menggunakan pelarut atau kombinasi ketiganya untuk mendapatkan minyak kasar. Kandungan minyak yang tertinggal pada residu dengan ketiga cara ekstraksi tersebut masing-masing 7%, 5% dan 1%. Residu dari proses pengepresan hidrolis maupun *expeller* dapat digiling dan dimanfaatkan sebagai suplementasi protein untuk pakan ternak, sedang residu dari ekstraksi minyak dengan pelarut dapat ditepung, lalu dimanfaatkan sebagai bahan pangan (Woodroof 1983 dalam Santosa *et al.* 1993).

Minyak kasar hasil pengepresan selanjutnya dimurnikan dengan memisahkan asam lemak bebas, warna dan aroma yang tidak dikehendaki. Minyak kacang tanah riskan terhadap proses oksidasi yang menyebabkan ketengikan karena terutama terdiri dari asam lemak tidak jenuh, sehingga diperlukan kondisi kedap air dan udara untuk pengemasannya. Adapun komposisi asam lemak bebas dari minyak kacang tanah disajikan pada Tabel 4. Komposisi asam lemak bebas pada minyak kacang tanah varietas Macan banyak dipengaruhi oleh asam oleat, linoleat, dan palmitat (Tabel 4).

Cara Pres Hidrolis



Gambar 7. Proses pengolahan minyak kacang tanah.
Sumber: Santosa *et al.* 1993.

Press Expeller

Biji kacang tanah (kadar air 6%) dihancurkan dan dimasukkan secara kontinyu dalam *press expeller*, yang terdiri dari silinder yang kokoh dengan tepi yang meruncing menyerupai gilingan daging. Di dalam silinder terdapat saringan yang berlubang banyak. Hancuran kacang tanah ditekan ke arah bagian ujung yang meruncing. Adanya gesekan dan tekanan menyebabkan panas dan minyak terekstrak keluar. Minyak kasar keluar melalui lubang-lubang saringan dan ditampung dalam ruangan *expeller*, selanjutnya dimurnikan.

Ekstraksi dengan Pelarut

Pembuatan minyak kacang tanah dengan cara ekstraksi dengan pelarut memberikan hasil yang tinggi dan mutu yang baik namun memerlukan peralatan khusus dan biaya yang relatif mahal, sehingga dinilai kurang ekonomis.

Tiga macam pelarut yang biasa digunakan yaitu hexana, ethanol 95% dan ethanol absolut (Anonim 1962). Selanjutnya dilaporkan bahwa:

1. Ekstraksi minyak kacang tanah menggunakan ethanol absolut memberikan hasil yang jauh lebih baik dibanding ethanol 95%.
2. Pada suhu 109,4⁰ F, hexana memberikan hasil yang lebih baik dibanding ethanol 95% namun sedikit kurang baik dibanding ethanol absolut.
3. Pada suhu 162,4⁰ F, padatan bukan lemak lebih banyak terekstrak menggunakan ethanol 95% dibanding ethanol absolut, dan
4. Minyak yang diekstrak dengan ethanol mempunyai warna dan lemak bebas lebih banyak dibanding minyak yang diekstrak dengan hexana.

Pemurnian

Minyak kacang tanah hasil pengepresan masih berupa minyak kasar, sehingga perlu dilakukan pemurnian. Pada tahap pemurnian, minyak kacang tanah kasar disaring untuk memisahkan partikel-partikel kacang tanah yang ikut terbawa dalam pengepresan, dilanjutkan dengan penjernihan melalui *filter press*. Dalam penjernihan diberikan perlakuan netralisasi asam lemak bebas menggunakan sodium hidroksida dan deodorisasi melalui proses pemanasan dalam keadaan vakum. Endapan yang terjadi akibat penggunaan alkali dapat dipisahkan dengan cara sentrifugasi kecepatan tinggi. Pemurnian minyak kasar hasil ekstraksi dengan pelarut bertujuan untuk menghilangkan asam lemak, warna dan aroma yang tidak dikehendaki.

Residu dari proses pengepresan baik cara hidrolik maupun "expeller" digiling dan dimanfaatkan sebagai suplementasi protein yang bermutu dalam ransum ternak. Sedangkan residu dari proses ekstraksi dengan pelarut (*solvent*) setelah ditepung dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan (Woodroof 1983).

Tabel 4. Identifikasi dan persentase asam lemak bebas dari minyak kacang tanah varietas Macan dengan analisis gas kromatografi.

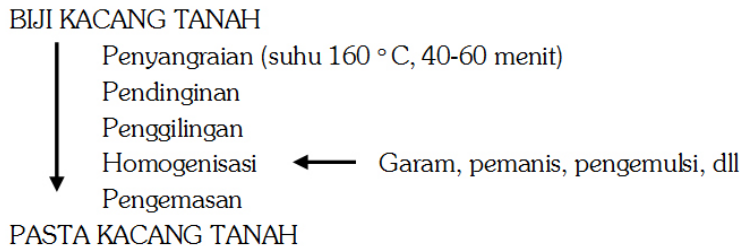
Jenis asam lemak bebas	Asam lemak bebas (%)
Asam Kaprilat (C _{8:0})	1,27
Asam Laurat (C _{12:0})	0,55
Asam Palmitat (C _{16:0})	21,91
Asam Stearat (C _{18:0})	1,82
Asam Oleat (C _{18:1})	33,04
Asam Linoleat (C _{18:2})	30,95
Asam Linolenat (C _{18:3})	1,82
Asam Eikosinat (C _{20:1})	1,02
Asam Behenat (C _{22:0})	5,61

Sumber: Santosa *et al.* 1993.

4. Pasta Kacang Tanah (*Peanut Butter*)

Pasta kacang tanah umumnya digunakan sebagai pengoles/selai pada roti tawar dan bahan pengisi/campuran untuk produk roti, terutama kue kering dan kue basah. Pasta kacang tanah dapat diolah dari semua varietas kacang tanah dengan tahapan pengolahan seperti pada Gambar 8. Proses penyangraian sebagai tahap awal pengolahan sangat penting karena akan berpengaruh pada warna produk yang dihasilkan. Pada penyang-

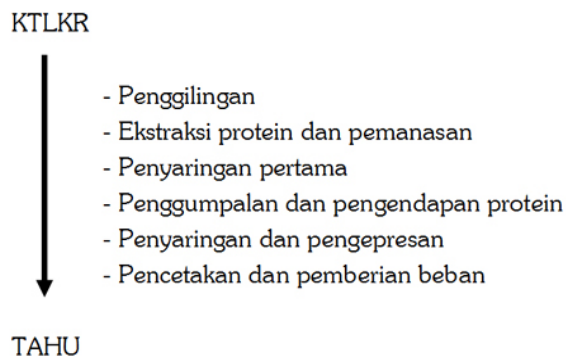
raian, kadar thiamin menurun sejalan dengan perubahan warna biji, yakni sedikit coklat (tinggal 20% dari kadar thiamin awal), coklat muda (14%), coklat (10%) dan coklat tua (3%) (Santosa *et al.* 1993). Setelah disangrai, biji kacang tanah tersebut harus segera didinginkan agar tidak lewat matang dan tingkat penyangraiannya homogen. Penambahan bahan pemanis, pengemulsi, dan lain-lain jumlahnya maksimum 10%.



Gambar 8. Proses pengolahan pasta kacang tanah.
Sumber: Santosa *et al.* 1993.

5. Tahu Kacang Tanah

Tahu berasal dari China dan merupakan salah satu bagian hidangan makanan sehari-hari masyarakat Indonesia. Tahu tidak hanya dibuat dari kedelai, tetapi juga dapat dibuat dari kacang tanah yang telah dikurangi lemaknya (KTLKR). Dalam usaha diversifikasi pangan dan pemanfaatan kacang tanah lemak dan kalori rendah (KTLKR) atau bungkil kacang tanah dari industri minyak kacang tanah, dapat digunakan sebagai bahan baku tahu. Tahap pengolahan tahu relatif sama dengan pengolahan tahu dari biji kedelai seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Pembuatan tahu kacang tanah dari KTLKR.
Sumber: Santosa *et al.* 1993.

Ekstraksi dan pengendapan protein dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: pH, suhu, waktu dan nisbah bahan dengan pelarut. Protein kacang tanah terdiri atas campuran macam-macam protein dan enzim. Pada umumnya protein kacang tanah mudah diekstraksi atau mudah larut. Pengolahan KTLKR menjadi tahu menghasilkan produk dengan kriteria sebagai berikut.

1. Warna tahu yang dihasilkan agak kemerah-merahan karena kulit ari ikut tereskrak, sehingga untuk meningkatkan kenampakan tahu perlu dipisahkan kulit ari setelah pengepresan.
2. Rasa tahu lebih dapat diterima oleh para panelis karena relatif enak dengan aroma dan cita rasa yang khas. Pengembangan lebih lanjut perlu memperhatikan teknik pengolahan untuk menghilangkan aroma dan rasa yang tidak disukai sejalan dengan kadar minyak yang dihasilkan.
3. Kepadatan tahu relatif kurang kompak, namun demikian tahu kacang tanah ini relatif cocok untuk campuran sayur dalam bentuk partikel-partikel tahu di dalam sop.
4. Tekstur atau kekerasan tahu kacang tanah relatif lebih lunak daripada tahu kedelai.

Biji kacang tanah mempunyai kekurangan asam amino esensial metionin, isoleusin dan lisin. Protein kacang tanah merupakan protein globulin yang terdiri atas arachin dan con-arachin (St Angelo dan Mann 1973). Arachin dianggap sebagai fraksi yang homogen, sedangkan con-arachin merupakan fraksi yang heterogen. Biji kacang tanah mengandung 9,1% kadar N-nya, 8,74% terdiri atas fraksi albumin, glutelin dan globulin. Tabel 6 memperlihatkan hasil analisis komposisi kimia tahu kacang tanah.

Tabel 6. Komposisi kimia tahu kacang tanah lemak kalori rendah.

Komponen	Bahan baku tahu	
	KTLKR	Kedelai
Kadar air (%)	76,0	86,7
Minyak (%)	7,3	4,1
Protein (%)	14,3	7,9
Abu (%)	0,6	0,9
Karbohidrat (%)	2,0	0,4

Sumber: Anggrahini dan Santosa 1987 dalam Santosa *et al.* 1993.

Kadar air tahu dari KTLKR lebih besar dari 70% dan kadar proteinnya lebih tinggi dari tahu kedelai (Tabel 6). Komposisi kimia tahu kacang tanah secara keseluruhan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia, sehingga tahu KTLKR layak diproduksi untuk dijual di pasaran.

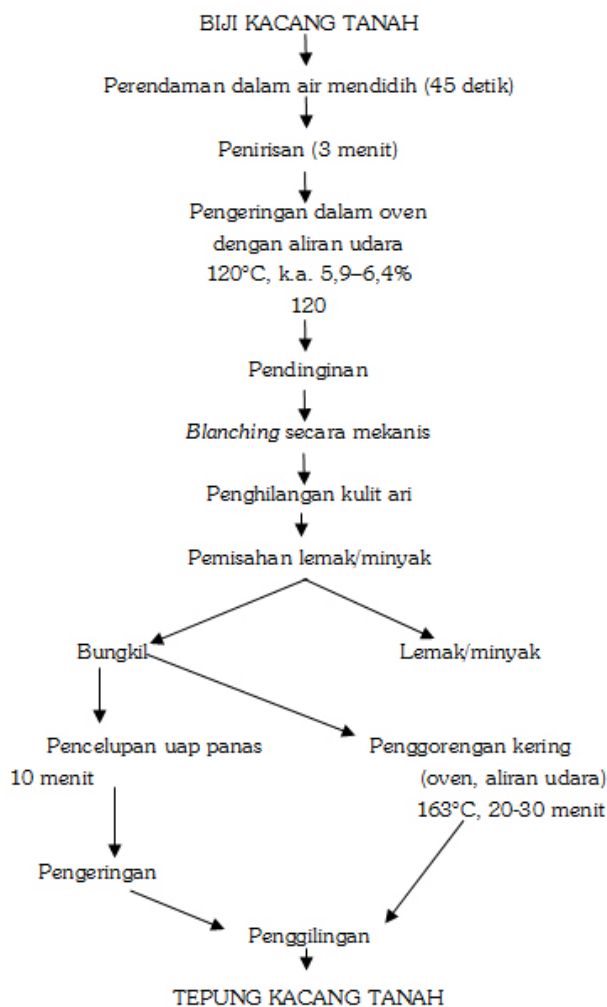
6. Tepung Kacang Tanah

Tepung merupakan salah satu bentuk pengolahan kacang tanah. Dalam bentuk tepung, kacang tanah akan lebih tahan lama disimpan karena berkurangnya kandungan lemak pada saat proses pembuatan tepung. Di samping itu, penggunaannya lebih praktis karena tepung kacang tanah dapat diolah menjadi beragam bentuk produk baik sebagai bahan dasar maupun bahan substitusi.

Proses penepungan kacang tanah sulit dilakukan karena memiliki kadar lemak tinggi yang akan menyebabkan terbentuknya pasta. Salah satu cara untuk mempermudah penepungan adalah dengan berbagai perlakuan seperti suplementasi, pemanasan, manipulasi pH (Noor 1987 dalam Tastra *et al.* 1993). Selain itu, untuk memperbaiki warna/kenampakan tepung maka kulit ari kacang tanah juga perlu dihilangkan. Salah satu cara penghilangan kulit ari adalah dengan merendam biji kacang tanah ke dalam air mendidih selama 45 detik, kemudian dikeringkan pada suhu 120 °C dalam oven dengan aliran

udara hingga kandungan airnya mencapai 5,9–6,4%. Kandungan air tersebut sesuai untuk pemisahan kulit ari biji kacang tanah (Tastra *et al.* 1993).

Perlakuan lain dalam pembuatan tepung kacang tanah adalah penghilangan citarasa kacang mentah. Salah satu caranya adalah dengan perlakuan penguapan menggunakan uap panas selama 10 menit sehingga diperoleh kacang tanah dengan citarasa tawar. Kemudian dikeringkan dengan alat pengering sampai kadar air aman disimpan (<12%), selanjutnya digiling hingga menjadi tepung (Gambar 10).

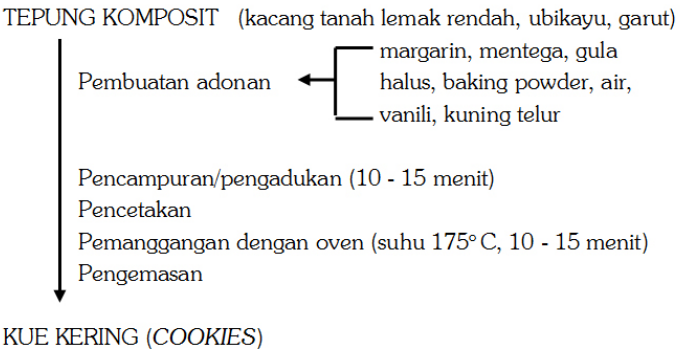


Gambar 10. Tahapan proses pembuatan tepung kacang tanah.
Sumber: Tastra *et al.* 1993.

7. Kue Kering (*cookies*) Kacang Tanah

Bahan dasar yang digunakan adalah tepung kacang tanah lemak rendah (biji kacang tanah yang sudah dipisahkan minyaknya, kemudian digiling menjadi tepung). Tepung ini dapat dikomposit/dicampur dengan tepung lain, misalnya tepung umbi-umbian atau

serealialia untuk meningkatkan nilai gizi dan memperbaiki sifat sensoris produk olahannya. Tepung komposit yang terdiri atas tepung kacang tanah lemak rendah, tepung ubikayu, dan tepung garut dengan perbandingan 2:2:1 menghasilkan kue kering yang paling disukai panelis. Tepung komposit ini mengandung 29,4% protein, 25,6% lemak, dan 34,4% karbohidrat. Tepung garut digunakan agar tekstur kue kering yang dihasilkan lembut dan renyah (Santosa dan Damardjati 1991 *dalam* Santosa *et al.* 1993). Bila tepung garut sulit diperoleh, dapat digunakan tepung tapioka atau maizena (Widowati dan Setyono 1992 *dalam* Santosa *et al.* 1993). Adapun proses pembuatan kue kering disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses pembuatan kue kering dari tepung komposit.
Sumber: Santosa *et al.* 1993.

Selain itu, tepung juga dapat diolah dari biji kacang tanah tanpa pemisahan lemak. Namun tepung ini harus disimpan dengan baik, yakni dalam kemasan kedap udara dan suhu rendah agar tidak mudah teroksidasi. Sebaiknya setelah dibuat tepung, segera diolah menjadi produk jadi, seperti bahan pengisi roti, kue basah maupun kue kering. Kue kering dapat pula diolah dari campuran tepung kacang tanah dengan tepung mocaf (tepung kasava modifikasi) dan terigu dengan perbandingan 34%:53%:13% (Ginting *et al.* 2012). Komposisi kimia komponen tepung komposit yang digunakan dalam pembuatan cookies disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Komposisi kimia tepung KTLKR, tepung garut dan tepung kasava (b/b).

Komponen	Kadar air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Karbohidrat ¹⁾ (%)
Tepung KTLKR	7,1	58,9	25,1	3,1	5,8
Tepung garut	6,1	0,1	0,1	0,1	93,6
Tepung ubikayu	11,3	0,5	0,2	0,1	87,9

¹⁾ By difference.

Sumber: Santosa dan Damardjati 1991.

Analisis sifat-sifat amilografi adonan cookies dari beberapa formula tepung komposit disajikan pada Tabel 9. Penambahan tepung KTLKR menaikkan suhu dan waktu gelatinisasi, serta suhu puncak gelatinisasi, sebaliknya menurunkan viskositas dari adonan tersebut, baik pada viskositas puncak maupun viskositas pada suhu 50 °C. Penambahan 4 bagian tepung KTLKR menunjukkan sifat-sifat amilografi yang sudah tidak bisa diamati

lagi secara jelas karena hanya membentuk garis lurus mendatar. Hal ini karena tepung KTLKR mempunyai kadar karbohidrat rendah dan protein tinggi (lebih 50%). Pada uji organoleptik, panelis memberikan nilai cita rasa dan penerimaan secara umum yang tertinggi pada formula KTLKR : Ubikayu : Garut = 2 : 2 : 1.

Dari tiga bahan yang diuji, tepung KTLKR mempunyai kadar lemak dan protein tertinggi, sebaliknya kadar karbohidrat rendah. Komposisi bahan baku tepung KTLKR yang digunakan dalam tepung komposit tidak menimbulkan masalah, malahan meningkatkan kadar protein dan lemak produk (Tabel 8).

Tabel 8. Komposisi kimia (b/b) berbagai formula tepung komposit.

Komponen adonan			Kandungan bahan (%)				
KTLKR	Kassava	Garut	Kadar air	Protein	Lemak	Abu	Karbohidrat ¹⁾
8	4	1	12,5	8,8	19,7	0,8	58,2
1	3	1	12,2	27,5	22,3	1,0	37,0
2	2	1	9,4	29,4	25,6	1,2	34,4
3	1	1	9,3	40,6	29,2	1,5	19,4
4	0	1	9,1	50,6	31,1	2,1	7,3

KTLKR : Tepung kacang tanah lemak kalori rendah; ¹⁾ *By difference*.

Sumber: Santosa dan Damardjati 1991.

Tabel 9. Sifat-sifat amilografi adonan cookies dari beberapa komponen tepung.

Sifat amilografi	Perhitungan komponen tepung				
	0:1:4	1:1:3	2:1:2	3:1:1	4:1:0
Gelatinisasi (°C)	61,5	68,3	69,0	70,5	0
Waktu Gelat. (menit)	21	25,5	26	27	0
Suhu puncak Gelat. (°C)	84	88,5	91,5	93,0	0
Viskositas puncak (BU)	740	450	320	140	0
Viskositas 50 °C (BU)	650	430	280	130	0

¹⁾ merupakan perbandingan antara tepung kacang tanah lemak rendah (KTLKR) : tepung garut : ubikayu

Sumber: Santosa dan Damardjati 1991.

8. Biskuit Kacang Tanah

Biskuit dapat diolah dari adonan beras dan adonan lain. Adonan biskuit mempunyai kadar lemak yang relatif rendah dan jumlahnya tidak melebihi 22% dari berat tepung. Tepung gula yang digunakan secara normal sekitar 2% lebih tinggi dari kadar lemak adonan. Produk biskuit ada dua jenis: biskuit fermentasi dan biskuit non fermentasi. Biskuit non fermentasi digolongkan sebagai biskuit yang lemah (*soft dough biscuit*) dan biskuit fermentasi digolongkan sebagai biskuit yang keras (*hard dough biscuit*).

Pengolahan

Pengolahan biskuit sebagai berikut: mentega putih + tepung susu dicampur sehingga terbentuk cairan, pencampuran dilakukan dengan alat *waring blender* kecepatan tinggi selama 6 menit. Campuran yang berbentuk cairan ini ditambah tepung sedikit demi sedikit dengan menambahkan asam dan baking powder secukupnya. Adonan kering ini ditambah air 25–35 ml dalam 100 g adonan, dan diaduk sampai dapat dibuat adonan sesuai

dengan cetakan yang diinginkan (lembaran adonan dengan tebal 3 mm). Adonan yang dicetak ini diletakkan dalam loyang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 15–20 menit. Roti biskuit siap dihidangkan/disimpan dalam pengemas, sesudah diangin-anginkan.

Komposisi kimia

Biskuit yang terbuat dari tepung campuran kacang gude : kacang hijau : kacang tanah lemak dan kalori rendah : terigu mempunyai nilai komposisi kimia sesuai dengan SII (Tabel 10). Biskuit dari berbagai formula campuran tepung gude, kacang hijau, kacang tanah lemak dan kalori rendah dan terigu mempunyai variasi kadar air 3,4–5,1%.

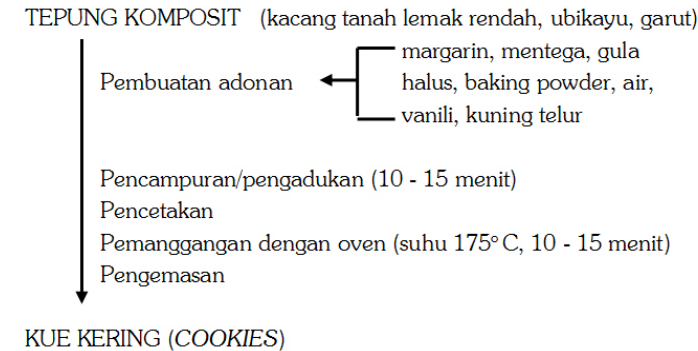
Tabel 10.Nilai komposisi kimia biskuit campuran dari tepung gude : kacang hijau : kacang tanah lemak kalori rendah : terigu dengan rasio 30:10:40:20.

Komposisi kimia	Nilai (%)
Air	4,9
Protein	20,2
Lemak	19,4
Abu	2,5
Karbohidrat	58,1
Daya cerna	71,8
Energi K Kal/gram	487,0

Sumber: Santosa *et al.* 1993.

9. Produk Cair (Susu) Kacang Tanah

Produk cair kacang tanah merupakan salah satu tambahan bentuk makanan dari bungkil kacang tanah, sebagai salah satu usaha menunjang diversifikasi pangan. Produk ini bisa disebut dengan susu kacang tanah, terbuat dari tepung bungkil kacang tanah, gula pasir dan air distilata. Apabila dalam proses ditambahkan zat pengental (guar gum) dihasilkan produk cair kental manis kacang tanah (Santosa 1991). Produk cair kental manis kacang tanah ini dapat disejajarkan dengan susu kental manis produk hewani. Cara pembuatan produk cair kacang tanah disajikan dalam Gambar 12.



Gambar 12. Proses pembuatan produk cair kental manis kacang tanah.

¹⁾ Untuk produk cair kacang tanah tidak ditambah gaur gum/pengental.

Sumber: Santosa *et al.* 1993.

Bungkil kacang tanah merupakan hasil samping pengepresan biji kacang tanah, mempunyai kadar protein yang tinggi dan selama ini baru dimanfaatkan sebagai makanan ternak (Noor 1985). Bungkil kacang tanah yang dibuat produk cair kacang tanah ini mempunyai komposisi yang berbeda dengan yang dihasilkan oleh pabrik pengolah minyak, terutama kadar protein dan lemaknya. Hal ini disebabkan oleh alat yang digunakan untuk mengekstrak minyak berbeda kemampuannya. Namun demikian pengurangan minyak dapat ditingkatkan sampai 80% (Adnan 1980) sehingga dapat meningkatkan kadar protein. Dengan kata lain penggunaan alat pres hidrolik dapat diatur sehingga diperoleh kadar protein dan lemak yang dikehendaki. Tabel 11 menunjukkan komposisi kimia tepung bungkil kacang tanah varietas Gajah dan produk cair kental manis kacang tanah (Santosa 1991).

Enzim lipoksigenase merupakan salah satu senyawa yang dapat memacu oksidasi minyak atau lemak. Terjadinya oksidasi lemak dapat merusak protein dan atau bau, cita-rasa yang ditimbulkan tidak disukai (Santoso 1986). Kacang tanah mengandung enzim lipoksigenase yang aktivitasnya lebih rendah dibanding kedelai. Enzim ini dapat menjadi penyebab bau langu (*beany flavor*) pada pengolahan produk cair kedelai. Bau langu ini dihasilkan dari oksidasi asam linoleat, dimana oksidasi yang menimbulkan flavor tersebut adalah *cis* dan *trans* 2-U-pentenyl foran. Pada proses pemanasan terjadi penurunan aktivitas dari 13,8 menjadi 0,11 unit absorbansi per gram dalam enzim lipoksigenase.

Antitripsin merupakan senyawa antigizi yang umumnya terdapat pada kacang-kacangan. Senyawa antitripsin dalam kacang tanah mengakibatkan kurang efisiennya pemakaian nitrogen yang telah diserap oleh tubuh (Cama dan Morton 1950). Sedang pada tikus senyawa ini dapat menaikkan kebutuhan asam amino yang mengandung sulfur (Kakade 1974). Pada pengolahan produk cair kacang tanah, antitripsin turun selama pemanasan dari 196,9 menjadi 0,01 unit/g.

Selain produk-produk di atas, juga dikenal produk bumbu kacang untuk sate, gado-gado dan pecel yang umumnya dibuat secara tradisional. Biji kacang digoreng terlebih dahulu, lalu dihaluskan bersamaan dengan penambahan bumbu-bumbu sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Tabel 11. Komposisi kimia tepung bungkil kacang tanah varietas Gajah dan produk cair kental manis kacang tanah.

Komposisi (%)	Tepung bungkil	Produk cair kental manis
Kadar air	6,1	58,8
Protein	31,7	2,8
Lemak	30,1	0,7
Kadar abu	2,5	1,9
Karbohidrat	29,6	35,8
Aktivitas	13,8	
- lipoksigenase (unit Abs/g)	196,9	0,11
- antitripsin (unit/g)		0,2
Viskositas		16,2
pH		6,08

Sumber: Santosa *et al.* 1993.

PENENTUAN CITARASA DAN PERGESERAN SELERA KONSUMEN

Citarasa produk KTLKR merupakan salah satu indikator utama dalam penentuan preferensi makanan. Aspek lain yang juga mempengaruhi citarasa adalah harga, kepraktisan penyajian, manfaat bagi kesehatan, dan kemudahan untuk mendapatkan produk tersebut. Aspek tersebut dapat berubah-ubah sesuai dengan situasi dan kondisi konsumen. Indikator KTLKR sebagai produk olahan adalah gurih, renyah, dan tidak berminyak secara visual. Indikator citarasa KTLKR tersebut dapat mempengaruhi “willingness to pay” (WTP) konsumen dan bersedia membayar lebih mahal produk tersebut. Oleh karena itu teknik pengolahan kacang tanah untuk memenuhi selera konsumen sangat diperlukan.

Salah satu komponen yang merugikan kacang tanah adalah oksidasi lemak yang menyebabkan aroma tengik, radikal bebas, dan peroksida sebagai hasil dari peroksidasi lemak yang dapat merusak protein dan zat gizi lain dari kacang tanah, sehingga akan mengurangi kualitas produk yang dihasilkan. Sedangkan aspek yang menguntungkan adalah antioksidan, komponen gizi kacang tanah yang dapat menstabilkan proses oksidasi lemak.

Pergeseran konsumsi kacang tanah dari bentuk yang sederhana menjadi KTLKR dan produk olahan yang lebih beragam, memberikan peluang yang lebih luas bagi penyediaan produk pangan dengan citarasa konsumen.

Dewasa ini perubahan perilaku konsumen tidak hanya pada citarasa, tetapi juga menuntut pangan fungsional dan higienis. Masyarakat di negara-negara maju memberi perhatian lebih besar pada bahan makanan yang berkadar lemak rendah atau kalori rendah. Di Amerika Serikat, misalnya, sebagian besar orang dewasa cenderung mengonsumsi makanan yang berkadar lemak rendah atau tidak berlemak sama sekali dan atau berkalori rendah. Konsumen berusaha menghindari kadar kolesterol darah dan menghindari mengonsumsi lemak hewani. Masyarakat yang menginginkan struktur tulang yang kokoh akan mengonsumsi makanan yang mengandung kalsium. Untuk mencegah kanker usus besar (kolon), mereka akan mengonsumsi makanan berserat dan bagi yang ingin mempertahankan berat badan akan memperhatikan nilai kalori dalam makanannya. Ini merupakan contoh kecenderungan masyarakat dalam memilih makanan yang tidak hanya mengutamakan citarasa atau “selera”, tetapi sudah bergeser pada pangan fungsional. Pengembangan produk pangan hingga saat ini terfokus pada jumlah dan jenis lemak, sedangkan kualitas belum mendapat perhatian. Berkaitan dengan teknologi KTLKR, maka komponen protein dan lemak rendah serta kalori rendah diperlukan dalam proses pengolahan kacang tanah dan produk olahannya.

PROSPEK PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI KACANG TANAH

Pengembangan agroindustri kacang tanah memerlukan ketersediaan bahan baku yang lumintu dan memenuhi standar mutu serta ‘bebas’ aflatoksin agar dapat bersaing di pasar bebas dan produk olahannya aman dikonsumsi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian mutu melalui penanganan pra dan pasca panen serta proses pengolahan yang tepat (*good agricultural practices*, *good handling practices* dan *good manufacturing practices*) mulai dari bahan baku polong dan biji kacang tanah sampai produk akhir (*from farm to table*) seperti yang disarankan oleh Codex Alimentarius Commission (CAC/RCP 51 2003) dalam Damardjati (2005) yang melibatkan seluruh *stakeholders* (petani produsen, penebas, pedagang dan industri pengolahan). Peningkatan kepedulian terhadap bahaya aflatoksin melalui sosialisasi dan penyuluhan, penerapan regulasi ambang batas aflatoksin (total 20

ppb) dan kebijakan yang memberi insentif harga jual untuk polong/biji kacang tanah yang memenuhi standar mutu diperlukan guna memacu upaya pengendalian mutu kacang tanah dan produk olahannya dari tingkat petani sampai dengan konsumen. Bentuk kemitraan antara petani dengan industri pengolahan kacang tanah merupakan salah satu alternatif yang dapat memberi jaminan harga jual yang memadai kepada petani sesuai dengan mutu polong kacang tanah yang dihasilkan, sehingga perlu dibina dan dikembangkan. Sosialisasi cara penentuan mutu dan harga jual di tingkat pabrik perlu dilakukan agar petani/penebas/pedagang pengumpul terdorong untuk menangani hasil panennya dengan baik guna mendapatkan harga jual yang tinggi.

Selain itu, diperlukan dukungan teknologi pengolahan dan peralatan yang memadai serta adanya permintaan/pasar, preferensi/perilaku dan daya beli konsumen. Pengembangan produk-produk olahan kacang tanah cukup prospektif dan teknologi olahannya juga sudah tersedia, bahkan kacang garing dan kacang telur telah diproduksi oleh industri besar, seperti kacang Garuda dan Dwi Kelinci. Namun, produk-produk lain seperti bumbu kacang masih diproduksi secara tradisional pada tingkat skala kecil dan menengah, sedang produk selai dan rototan dari tepung komposit kacang tanah belum banyak diproduksi, sehingga berpeluang untuk dikembangkan dan ditingkatkan skala produksi dan kualitasnya. Oleh karena itu, diperlukan promosi untuk pengembangan produk-produk tersebut dalam upaya mendukung diversifikasi pangan dan sekaligus meningkatkan nilai tambahnya.

PENUTUP

Penggunaan kacang tanah di Indonesia sebagian besar untuk konsumsi. Diversifikasi dan promosi produk-produk olahan kacang tanah, seperti kacang tanah lemak dan kalori rendah, minyak, selai dan rototan perlu dikembangkan di samping produk-produk tradisional yang telah dikenal masyarakat untuk memperluas pemanfaatan dan meningkatkan nilai tambahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1980. Lipid Properties and Stability of Partially Defatted Peanuts. Ph.D. Thesis Univ. of Illinois Urbana Champaign. USA.
- Anonim. 1962. Peanut oil solvents rated. Food Eng. 34, No. 8, 91–92.
- Anonim. 2014. Pasokan defisit, impor kacang-kacangan tidak dibatasi. www.neraca.co.id/article/42872/Pasokan-Defisit-Impor-Kacang-Kacangan-Tak-Dibatasi (diakses 15 Juli 2014).
- Astawan, M. dan M.W. Astawan. 1991. Teknologi Pengolahan Pangan Nabati Tepat Guna. CV Akademika Pressindo. Bogor.
- Balitkabi. 2012. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 185 hlm.
- BPS. 2012. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BSN. 1998. SNI 01-3142-1998, Tahu. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 7 hlm.
- Cama, H.R. and R.A. Morton. 1980. Changes occurring in the proteins as a results of processing groundnuts under selected industrial conditions. 2. Nutritional Changes. Brit. J. Nutr. 4(4):297.
- Damardjati, D.S. 2005. Penanganan permasalahan mikotoksin pada komoditas tanaman pangan dan dampaknya terhadap perdagangan. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Permasalahan dan Upaya Penanggulangan Mikotoksin dan Mikotoksikosis di Indonesia. Jakarta, 30 Juli 2005.

- Darwati, M. dan Y. Pranoto. 2010. Penyalutan kacang rendah lemak menggunakan selulosa eter dengan pencelupan untuk mengurangi penyerapan minyak selama penggorengan dan meningkatkan stabilitas oksidatif selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 21(2):108–116.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 57 hlm.
- Facruddin. 2000. Budidaya kacang-kacangan. Yogyakarta. <http://gribisnis.deptan.go.id/pustaka/teknopro/Proses%20Pengolahan%20Komoditi%20>. (tanggal akses 4 April 2014).
- FAOSTAT. 2009. Statistical data of food balance sheet. www.fao.org (accessed on 27 February 2014).
- Ginting, E., J.S. Utomo dan R. Yulifianti. 2012. Aneka produk olahan kacang dan umbi. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. 48 hlm.
- Kakade, M.C. 1974. Biochemical basic for the differences in plant protein utilization. *J. Agro. Food Chem.* 22(4):550.
- Kanoni, S., A. Murdiati, dan M.A. Shefani. 2008. Pengaruh pemanggangan oven terhadap sifat fisik, kimia, dan organoleptik kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) pres yang drekonstitusi dengan larutan NaHCO₃. Prosiding Seminar Nasional dan Kongres PATPI 2008. Palembang, 14–16 Oktober 2008.
- Purnomo dan Heni Purnamawati. 2007. Budidaya dan Jenis Tanaman Pangan Unggul. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Santosa, B.A.S. 1985. Produk cair kacang tanah protein tinggi. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Pangan, Sukamandi. 14 hlm.
- Santosa, B.A.S. 1986. Kacang tanah lemak rendah: pengaruh waktu rekonstitusi terhadap sifat biji. hlm. 172–176 dalam Syam, M. dan Yuswardi (Ed). Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Vol. 1. Palawija. Puslitbang Tanaman Pangan Bogor.
- Santosa, B.A.S. 1991. Evaluasi produk cair kental manis kacang tanah. *Bul. Pertanian* (10)1:22.
- Santosa, B.A.S. 1996. Pemanfaatan dan pengembangan produk kacang tanah lemak rendah untuk menunjang agroindustri pedesaan. Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Balai Penelitian Padi. Buku II. Balitpa Sukamandi. hlm. 231.
- Santosa, B.A.S. dan D.S. Damardjati. 1991. Teknologi pembuatan “cookies” kacang tanah lemak rendah. *Belum diterbitkan*.
- Santosa, B.A.S., S. Widowati, dan D.S. Damardjati. 1993. Teknologi pengolahan dan produk kacang tanah. Monograf Balittan No. 12. Kacang Tanah. Balittan Malang. hlm. 286–303.
- Sudjadi M. dan Y. Supriati. 2001. Perbaikan teknologi produksi kacang tanah di Indonesia. *Buletin AgroBio* 4(2):62–68.
- Suprpto, H.S. 2000. Bertanam Kacang Tanah. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tastra, I K., D. Harnowo, E. Ginting, dan S.S. Antarlina. 1993. Penanganan pascapanen pada kacang tanah. Monograf Balittan No. 12. Kacang Tanah. Balittan Malang. hlm. 245–272.
- Tyas, T.D. 2014. Mengintip Pasar Kacang Tanah. Sinar Tani edisi 17 Februari 2014.
- Wahyusi, KN., R. Dewati, R.P. Ragilia, dan T. Kharisma. 2012. Briket arang kulit kacang tanah dengan metode karbonisasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(2):70–73.
- Woodroof, J.G. 1983. Peanut butter, in Woodroof, J.G. (Ed.). *Peanuts, Production, Processing, Products*, 3rd edition. AVI. Publ. Comp., Inc, Westport, Connecticut.

STANDAR MUTU KACANG TANAH

Erliana Ginting, Rahmi Yulifianti, dan Joko Susilo Utomo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Sekitar 85% kacang tanah yang tersedia di Indonesia digunakan untuk bahan pangan dengan tingkat konsumsi 2,4 kg/kapita/tahun (FAOSTAT 2009). Kacang tanah biasanya dikonsumsi dalam bentuk bumbu kacang untuk pecel, gado-gado, dan sate, makanan selingan (direbus, digoreng, disangrai/dioven) bahan pengisi atau campuran beragam produk roti, kue basah maupun kering, tempe kacang/*oncom*, selai, minyak dan tepung kacang. Oleh karena itu, ketersediaan bahan baku polong dan biji kacang tanah yang mutunya baik menjadi sangat penting dalam kaitannya dengan pemenuhan gizi masyarakat dan keamanan pangan. Dalam konteks ini, standar mutu yang menjadi acuan, baik secara nasional maupun internasional perlu dipahami oleh semua *stakeholders*, yakni orang/instansi yang terlibat dalam kegiatan produksi, pemasaran/perdagangan dan pengolahan kacang tanah.

Selain standar mutu fisik kacang tanah polong maupun biji yang telah ditetapkan secara nasional (DSN 1995), juga perlu disosialisasikan batasan maksimum kandungan aflatoxin pada kacang tanah dan produk olahannya (BSN 2009). Hal ini penting dalam kaitannya dengan keamanan pangan karena kacang tanah peka terhadap kontaminasi aflatoxin (ICAR 1987; Rahayu 2011). Selain itu, Codex Alimentarius Commission (FAO) maupun Uni Eropa (European Union) dan negara-negara maju juga sangat ketat memberlakukan batasan aflatoxin dalam bahan pangan (Murphy *et al.* 2006; Luttfullah dan Hussain 2011) sehingga penting mempertimbangkan hal tersebut, terutama untuk keperluan ekspor ke negara-negara tersebut.

Beberapa industri besar juga telah menetapkan standar mutu khusus bagi industrinya masing-masing. Selain bertujuan untuk keamanan pangan yang memang telah dipersyaratkan, standar mutu ini penting bagi industri untuk mendapatkan kualitas produk dan produktivitas yang tinggi sehingga akan menjamin keberhasilan dan keberlanjutan industri, meningkatkan pendapatan serta keuntungan bagi industri tersebut.

STANDAR MUTU KACANG TANAH

Dewan Standarisasi Nasional (DSN) telah menetapkan standar mutu fisik untuk polong dan biji (*ose*) kacang tanah dalam tiga kategori mutu, yakni mutu I, II, dan III yang masing-masing kriteria dan persyaratan khususnya disajikan pada Tabel 1 dan 2. Sedangkan persyaratan yang berlaku umum untuk ketiga kategori mutu tersebut adalah bebas hama penyakit (kutu, ulat, telur, kepompong hama dan *mycelia* atau spora jamur), bebas bau busuk, asam, apek dan bau asing lainnya, bebas dari bahan kimia (insektisida dan fungisida) yang semuanya dilakukan secara organoleptik (penglihatan, penciuman) dan suhu ruang. Untuk itu, perlu dipahami definisi untuk masing-masing kriteria mutu tersebut, antara lain:

Kadar air, merupakan jumlah air yang dikandung biji kacang tanah yang dinyatakan dalam persentase berat basah. Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan “moisture tester” yang telah dikalibrasi, distilasi dengan toluene (AOAC 9254), atau

metode oven. Untuk kadar air kacang tanah polong, yang diukur adalah kadar air biji setelah polong dikupas.

1. *Butir rusak*, adalah biji kacang tanah yang berlubang bekas serangan hama, pecah/luka karena mekanis, biologis, fisis dan enzimatik, seperti berkecambah, busuk, berbau, berubah warna dan bentuk.
2. *Butir belah*, adalah biji kacang tanah yang kulit ari bijinya terlepas dan keping-keping bijinya terlepas atau tergeser.
3. *Butir warna lain*, adalah biji kacang tanah yang berwarna selain dari warna aslinya, disebabkan perbedaan varietas.
4. *Butir keriput*, adalah biji kacang tanah yang berubah bentuknya menjadi keriput, termasuk biji muda atau yang tidak sempurna pertumbuhannya.
5. *Kotoran*, adalah benda-benda asing, seperti kerikil, pasir, tanah, potongan/sisa batang, daun, kulit polong, biji-bijian lain yang bukan kacang tanah, kotoran lainnya.
6. *Diameter biji*, adalah ukuran garis tengah terpendek dari biji kacang tanah, diukur dengan Dial caliper atau jangka sorong.
7. *Polong keriput*, polong kacang tanah yang berubah bentuknya dan menjadi keriput (polong muda dan/atau yang tidak sempurna pertumbuhannya).
8. *Polong rusak*, adalah polong kacang tanah yang kulitnya rusak/pecah, terserang hama, dan terserang penyakit/berjamur.
9. *Polong berbiji satu*, adalah polong yang berisi satu biji kacang tanah.
10. *Rendemen*, adalah hasil persentase bobot biji kacang tanah keseluruhan yang diperoleh dari hasil pengupasan kacang tanah polong.

Menurut SNI 01-3921-1995 (DSN 1995), pengambilan sampel dilakukan secara acak sebanyak akar pangkat dua dari jumlah karung, dengan maksimum 30 karung dari tiap partai. Dari tiap-tiap karung diambil sampel maksimum 500 gram dengan alat pengambil sampel (*sampling probe*) dan disebut dengan contoh primer (*stock sample*). Sampel tersebut dicampur sampai merata, kemudian dibagi empat dan diambil dua bagian secara diagonal. Cara ini dilakukan beberapa kali sampai diperoleh berat sampel 500 g sebagai contoh kerja (*working sample*), dimasukkan ke dalam pengemas kedap udara, diberi label/kode. Dari contoh kerja tersebut, diambil secara acak 100 g biji kacang tanah atau 200 g polong kacang tanah masing-masing untuk contoh analisis kimia dan fisik. Untuk butir/polong rusak, butir warna lain, butir/polong keriput, kotoran, butir belah, diamati secara visual dan dipisahkan dengan menggunakan pinset, lalu ditimbang. Persentase ditetapkan berdasarkan bobot masing-masing kriteria dibandingkan dengan bobot sampel, lalu dikalikan 100%. Untuk analisis aflatoksin, tidak spesifik disebutkan cara analisisnya, sehingga dapat dilakukan dengan analisis yang telah dibakukan, seperti TLC, HPLC dan ELISA asal mencantumkan metode/prosedur yang digunakan karena tingkat akurasi dan sensitivitas masing-masing metode analisis tersebut berbeda.

Tabel 1. Standar mutu fisik kacang tanah polong (gelondong) (SNI 01-3921-1995).

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan mutu		
			I	II	III
1.	Kadar air (maksimum)	%	8	9	9
2.	Kotoran (maksimum)	%	1	2	3
3.	Polong keriput (maksimum)	%	2	3	4
4.	Polong rusak (maksimum)	%	0,5	1	2
5.	Polong berbiji satu (maksimum)	%	3	4	5
6.	Rendemen (minimum)	%	65	62,5	60

Sumber: DSN (1995).

Tabel 2. Standar mutu fisik kacang tanah biji (ose) (SNI 01-3921-1995).

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan mutu		
			I	II	III
1.	Kadar air (maksimum)	%	6	7	8
2.	Butir rusak (maksimum)	%	0	1	2
3.	Butir belah (maksimum)	%	1	5	10
4.	Butir warna lain (maksimum)	%	0	2	3
5.	Butir keriput (maksimum)	%	0	2	4
6.	kotoran (maksimum)	%	0	0,5	3
7.	Diameter (minimum)	%	8	7	6

Sumber: DSN (1995).

STANDAR MUTU KACANG TANAH BERDASARKAN CEMARAN AFLATOKSIN

Cemaran aflatoksin pada bahan pangan, termasuk kacang tanah telah menjadi isu global karena berkaitan dengan keamanan pangan, terlebih dengan diberlakukannya *anti-bioterrorism act*. Oleh karena itu, selain mutu fisik juga perlu disosialisasikan standar mutu dari aspek kandungan aflatoksin. Namun, SNI 01-3921-1995 belum secara spesifik menyebutkan batasan maksimum kandungan aflatoksin pada biji kacang tanah, hanya disyaratkan untuk mencantumkan hasil analisis total aflatoksin dan metode/prosedur analisisnya. Pada tahun 2004, Badan POM menetapkan batasan maksimum aflatoksin pada produk olahan kacang tanah yang selanjutnya dikukuhkan dalam SNI 7385 tahun 2009.

Dari 12 jenis aflatoksin yang telah diidentifikasi, aflatoksin B₁ paling berbahaya (Goto 1990), sehingga seringkali dipakai sebagai ambang batas maksimum aflatoksin dalam bahan pangan dan pakan. Codex Alimentarius Commission (FAO) menetapkan ambang batas 15 ppb untuk total aflatoksin (B₁, B₂, G₁ and G₂) pada kacang tanah yang siap diolah lebih lanjut (Dohlman 2003, Murphy *et al.* 2006, Anukul *et al.* 2013). Amerika Serikat (FDA) menetapkan angka yang sedikit lebih tinggi, yakni 20 ppb, sementara ambang batas Uni Eropa jauh lebih rendah, yakni 4 ppb (Dohlman 2003; Wu 2008; Lutfullah dan Hussain 2011). Namun kasus cemaran aflatoksin pada bahan pangan dilaporkan lebih tinggi, yakni berkisar antara 0–50 ppb untuk total aflatoksin (Tabel 3). Oleh karena itu, penentuan ambang batas aflatoksin sebaiknya dilakukan secara ketat dengan mempertimbangkan bahwa secara nasional angka tersebut dapat dicapai dengan penerapan budidaya dan prosesing yang baik dan resikonya terhadap konsumsi bahan pangan yang dihasilkan (Cheli *et al.* 2009) atau yang dikenal dengan prinsip ALARA (As

Low As Reasonably Achievable) (Wu 2008). Hal ini penting karena akan berdampak secara ekonomis, baik yang diuntungkan maupun yang dirugikan karena penerapan ambang batas tersebut (Wu 2008).

Sebanyak 33 negara telah menetapkan regulasi untuk ambang batas cemaran aflatoksin B₁ pada bahan pangan dan 48 negara untuk batasan total aflatoksin (Tabel 3). Sebagai contoh, negara-negara Eropa mensyaratkan ambang batas total aflatoksin 4–15 ppb untuk bahan pangan dan 5–50 ppb untuk pakan ternak, sedangkan Amerika Serikat menetapkan angka yang lebih tinggi, yakni 15–20 ppb total aflatoksin untuk bahan pangan dan 100–300 ppb untuk pakan ternak (Tabel 4). Sementara Jepang menerapkan ambang batas yang lebih rendah, yakni 10 ppb total aflatoksin untuk semua jenis bahan pangan (Kawamura *et al.* 2011 dalam Anukul *et al.* 2013). Badan POM RI pada tahun 2004 menetapkan ambang batas 20 ppb aflatoksin B₁ dan 35 ppb total aflatoksin untuk produk olahan kacang tanah dan jagung (Dharmaputra 2005). Ketetapan ini selanjutnya diperbaharui dalam SNI 7385-2009 untuk komoditas kacang tanah dan olahannya dengan ambang batas yang lebih rendah, yakni 15 ppb untuk aflatoksin B₁ dan 20 ppb untuk total aflatoksin (Tabel 5). Hal ini tampaknya dilakukan untuk mengikuti ambang batas yang ditetapkan oleh Codex Alimentarius dan negara-negara Eropa sebagai tujuan ekspor karena harmonisasi ambang batas ini juga akan memudahkan perdagangan pangan dunia, baik bagi negara importir maupun eksportir (Wu 2008). Sementara untuk pasaran dalam negeri, penerapan ambang batas ini masih bersifat himbauan (*voluntary*) karena dari aspek produksi dan penanganan pascapanen bahan baku polong atau biji kacang tanah masih relatif riskan terhadap cemaran aflatoksin dan belum siap untuk diterapkan secara mengikat (*mandatory*). Untuk dapat menerapkan ambang batas tersebut secara legal, diperlukan pengawasan dan pengendalian yang sangat ketat serta tingkat kesadaran yang tinggi dari semua *stakeholder* mengenai bahaya aflatoksin terhadap kesehatan dan dampaknya terhadap ekonomi (perdagangan).

Sampling (pengambilan sampel) merupakan hal penting dalam penentuan kandungan aflatoksin pada kacang tanah di samping metode analisis yang digunakan (Köppen *et al.* 2010). Kesalahan (*error*) dalam pengambilan sampel biasanya lebih besar daripada kesalahan dalam preparasi dan analisis sampel sehingga ketidakpastian dari kandungan aflatoksin yang diuji cukup besar. Hal ini berkaitan dengan distribusi aflatoksin yang tidak merata (*heterogen*) pada biji/polong kacang tanah (Whitaker 2006, van Egmond *et al.* 2007; Cheli *et al.* 2009). Jumlah biji yang tercemar aflatoksin dalam suatu lot/kemasan/tumpukan biasanya sangat rendah, namun tingkat cemaran per satuan biji dapat sangat tinggi. Jika sampel yang diambil untuk analisis kurang representatif, maka estimasi tingkat cemaran aflatoksin untuk lot tersebut menjadi kurang tepat (van Egmond *et al.* 2007). Variasi yang besar antar hasil analisis sampel menyebabkan kandungan aflatoksin yang sebenarnya dalam suatu lot tidak dapat ditentukan 100% hanya dari sampel yang diambil dari lot tersebut (Whitaker 2006). Untuk itu, diperlukan jumlah sampel yang memadai dalam menentukan suatu lot yang tercemar aflatoksin dapat diterima atau ditolak.

SNI 7385:2009 tidak secara khusus menyebutkan prosedur *sampling* dan analisis aflatoksin pada berbagai komoditas pangan (BSN 2009). Namun metode yang digunakan di negara-negara lain dapat dijadikan pedoman untuk melakukan *sampling*. Sebagai contoh di Amerika Serikat, digunakan suatu seri rencana *sampling* (*sampling plan*) yang berbeda untuk masing-masing komoditas, seperti analisis aflatoksin untuk sampel jagung, kacang tanah, biji kapas, dan *hazel-nut*, namun analisis fumonisin hanya dilakukan pada jagung. Whitaker (2006) mengembangkan metode yang disebut *operating characteristics curves*

(*OC curves*) untuk masing-masing *sampling plan* tersebut. *OC curve* merupakan plotting antara konsentrasi toksin dalam suatu lot bahan/komoditas dengan probabilitas untuk menerima atau menolak lot tersebut. Dengan demikian, *OC curve* dapat memberi gambaran risiko bila menerima sejumlah bahan (lot) yang tidak memenuhi persyaratan regulasi (risiko pembeli/*buyer's risk*) dan pada saat yang sama juga resiko bila lot tersebut ditolak (risiko penjual/*seller's risk*) seperti tampak pada Gambar 1. Kedua kondisi tersebut merepresentasikan kerugian penjual/produsen secara ekonomi dan risiko kesehatan bagi konsumen/pembeli. Plotting pada *OC curve* dilakukan berdasarkan ambang batas toksin yang dapat diterima (*legal limit*). Oleh karena itu, penting untuk menaikkan *slope OC curve* dalam merancang suatu *sampling plan* guna memperkecil area risiko, baik bagi produsen maupun konsumen. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah jumlah dan ukuran sampel serta jumlah ekstrak yang dianalisis.

Tabel 3. Kisaran cemaran aflatoksin pada bahan pangan dan jumlah negara yang telah menetapkan regulasinya.

Kategori	Kisaran cemaran aflatoksin (ppb)	Jumlah negara
Aflatoksin B ₁ pada makanan	0–30	33
Total aflatoksin pada makanan (B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂)	0–50	48
Aflatoksin B ₁ pada makanan bayi	0–5	5
Aflatoksin M ₁ pada susu	0–1	17
Aflatoksin B ₁ pada pakan	5–1.000	19
Total aflatoksin pada pakan (B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂)	0–1.000	21

Sumber: Dohlman (2003).

Sampling plan terdiri atas tiga tahapan, yakni pengambilan sampel, preparasi dan analisis sampel (Whitaker 2006) yang biasanya dirangkum dalam suatu prosedur (*protocol*). Tiap tahapan tersebut berkaitan erat dengan ketidakpastian pengukuran yang bersumber dari akurasi (bias) dan presisi (direfleksikan dengan standar deviasi dan koefisien variasi). Total variasi (TV) atau *total error* dari suatu prosedur *sampling* (*sampling protocol*) merupakan jumlah variasi (*error*) dalam pengambilan, preparasi, dan analisis sampel. TV dan distribusi variasi dalam setiap tahapan prosedur tersebut menunjukkan efisiensi dan keefektifan suatu *sampling plan* dalam mencapai tujuan akhir.

Untuk pengambilan sampel, semua unit/bagian dalam suatu lot biji/polong kacang tanah harus memiliki peluang yang sama (Cheli *et al.* 2009). Hal ini dapat dilakukan dengan cara acak (*random*) sehingga dapat mengurangi variasi antar sampel dan hasilnya dapat mewakili seluruh lot bahan. Jumlah sampel dan teknik pengambilan sampel secara fisik sangat penting diperhatikan. Sampel yang terlalu sedikit jumlahnya seringkali berkontribusi besar terhadap *total error* karena tingkat cemaran aflatoksin yang tidak merata (*spot contamination*) pada biji menyebabkan variasi yang besar dari satu lot kacang tanah yang sama. Untuk itu, *sampling plan* perlu mempertimbangkan bentuk/granula produk (*granulometry*), ukuran biji (jumlah biji per satuan bobot), bobot, dan jumlah sampel minimum yang diperlukan berdasarkan kajian spesifik untuk masing-masing biji/produk olahan kacang tanah.

Tabel 4. Batas maksimum aflatoksin pada beberapa komoditas dan produk pertanian yang berlaku di Amerika Serikat dan Uni Eropa.

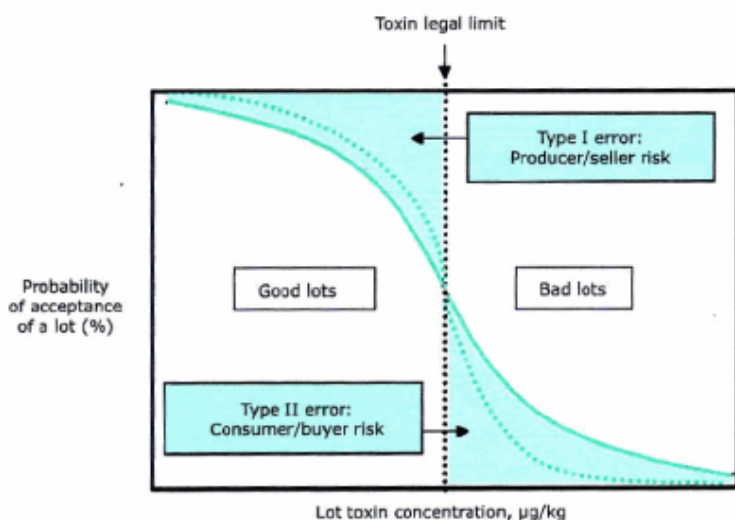
Amerika Serikat		Uni Eropa (European Union)	
Produk	Batas maksimum total aflatoksin (ppb)	Produk	Batas maksimum total aflatoksin (aflatoxin B ₁) (ppb)
Kacang tanah polong (standar industri)	15	Kacang tanah, kacang-kacangan, buah kering, dan produk olahan yang dikonsumsi langsung	4 (2)
Olahan kacang tanah, jagung, dan biji-bijian lain untuk anak hewan (termasuk unggas), termasuk hewan menyusui atau penggunaan lainnya	20	Kacang tanah yang terkena perlakuan fisik, sebelum dikonsumsi manusia, atau sebagai komposisi dalam makanan	15 (8)
Pakan ternak, biji lain selain jagung dan kapas	20	Kacang-kacangan dan buah kering yang terkena perlakuan fisik, sebelum dikonsumsi manusia, atau sebagai komposisi dalam makanan	10 (5)
Jagung dan biji-bijian lain untuk pakan sapi potong, peternakan babi, dan unggas dewasa	100	Sereal atau produk olahan lainnya untuk konsumsi langsung atau sebagai komposisi dalam makanan	4 (2)
Jagung dan biji-bijian lain untuk penggemukan babi	200	Pakan dan bahan pelengkap pakan kecuali:	(50)
Jagung dan biji-bijian lain untuk sapi potong, biji kapas untuk binatang ternak, babi, dan unggas	300	Bahan pakan dari kacang tanah , kopra, biji kelapa sawit, biji kapas, jagung, dan produk olahan.	(20)
Codex Alimentarius (FAO)	15	Bahan pelengkap pakan untuk ternak menyusui	(5)
Kacang tanah yang akan diproses lebih lanjut		Bahan pelengkap pakan untuk babi dan unggas (kecuali binatang muda)	(20)
		Bahan pelengkap pakan yang lain	(10)

Sumber: Dohlman (2003).

Tabel 5. Batas maksimum kandungan aflatoksin dalam bahan pangan (SNI 7385:2009).

No.	Jenis bahan pangan	Jenis aflatoksin	Batas maksimum (ppb atau $\mu\text{g/kg}$)
1	Susu dan minuman berbasis susu	M_1	0,5
2	Susu fermentasi dan produk susu hasil hidrolisa enzim rennin (<i>plain</i>)	M_1	0,5
3	Susu kental dan analognya	M_1	0,5
4	Krim (<i>plain</i>) dan sejenisnya	M_1	0,5
5	Susu bubuk dan krim bubuk dan bubuk analog (<i>plain</i>)	M_1	5
6	Keju dan keju analog	M_1	0,5
7	Makanan pencuci mulut berbahan dasar susu (misalnya pudding, yogurt berperisa atau yogurt dengan buah)	M_1	0,5
8	Whey dan produk whey, kecuali keju whey	M_1	0,5
9	Kacang tanah dan produk olahan	B_1	15
		Total	20
10	Jagung dan produk olahan	B_1	15
		Total	20
11	Rempah-rempah bubuk	B_1	15
		Total	20

Sumber: BSN (2009).



Gambar 1. OC curve yang merepresentasikan bagian suatu lot bahan yang dapat diterima dan risiko bagi penjual/produsen dan pembeli/konsumen.

Sumber: Cheli *et al.* (2009).

Selain jumlah sampel, juga perlu diperhatikan cara pengambilan sampel agar tidak merugikan komoditas/produk itu sendiri secara ekonomis sekaligus menghemat tenaga dan waktu pengambilan sampel (Cheli *et al.* 2009). Sebagai contoh bahan impor yang

berada dalam kemasan vakum atau dalam bentuk curah di dalam *container*, agar tidak menyebabkan kerusakan sekaligus praktis dalam pelaksanaannya. Bias yang lebih besar biasanya ditemukan pada pengambilan sampel secara statis (menggunakan *sampling probe*) daripada yang dinamis pada material bergerak. Demikian pula dengan alat *sampling* yang digunakan, seperti *probe* akan berpengaruh terhadap ukuran partikel, keseragaman distribusi sampel dan posisi *sampling* (*sampling point*), terutama untuk lot yang tidak merata/homogen (Whitaker 2006). Penggunaan *probe* yang berbeda dilaporkan berpengaruh terhadap koefisien variasi sampel, yakni semakin besar dengan semakin kecilnya jumlah/ukuran sampel yang diuji (Park *et al.* 2000). Tingkat cemaran aflatoxin juga penting diperhatikan dalam pengambilan sampel karena koefisien variasinya berkorelasi positif dengan kandungan aflatoxin dalam lot dan/atau berkurangnya jumlah/ukuran sampel (Whitaker 2006).

Langkah berikutnya adalah preparasi sampel untuk bahan analisis aflatoxin. Sampel harus tercampur homogen untuk selanjutnya digiling. Semakin tinggi tingkat kehalusan sampel, distribusi partikelnya semakin seragam sehingga variasi antar sampel dapat diminimalisir. Hal ini terutama penting diperhatikan dalam preparasi produk olahan kacang tanah yang merupakan campuran dari beberapa bahan yang berbeda ukuran partikel dan tingkat kekerasannya. Teknik penggilingan kering juga kurang sesuai untuk sampel yang kandungan minyaknya tinggi karena mudah membentuk gumpalan. Untuk itu disarankan penggilingan basah (*slurry mixing*) yang menggunakan air sebagai media pencampur untuk mendapatkan ukuran partikel sampel yang lebih halus dan homogen (Spanjer *et al.* 2006).

Tahap terakhir adalah analisis sampel yang biasanya memberikan kontribusi terkecil terhadap total variasi *sampling*. Variasi dalam analisis sampel meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan aflatoxin dan/atau semakin kecilnya jumlah ekstrak sampel yang dianalisis (Cheli *et al.* 2009). Untuk memperkecil variasi tersebut, diperlukan jumlah ulangan yang memadai untuk setiap sampel uji. Selain itu, metode analisis yang mencakup tahapan dan tingkat kerumitan prosedurnya serta teknologi/peralatan yang digunakan dapat berdampak pada variasi hasil analisis walaupun sampel yang digunakan sama (Whitaker 2006).

Sejumlah metode baku untuk analisis aflatoxin pada berbagai komoditas pangan dan pakan telah ditetapkan oleh AOAC dan distandardisasi oleh the *European Standardization Committee* (CEN) (van Egmond *et al.* 2007, Cheli *et al.* 2009). HPLC, ELISA, TLC, GC dan fluorometri merupakan metode analisis aflatoxin yang dianggap relevan (Cheli *et al.* 2009, Köppen *et al.* 2010). Hasil analisis dengan metode HPLC dilaporkan memiliki variasi lebih kecil dibandingkan dengan metode TLC dan ELISA (Whitaker *et al.* 1996 dalam Cheli *et al.* 2009, Whitaker 2006). Namun demikian, pemilihan metode sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan analisis sampel (kecepatan, kuantitatif/semikuantitatif, ketersediaan biaya, jumlah sampel dan fasilitas laboratorium). Sejauh ini, HPLC merupakan metode analisis yang paling banyak/sering digunakan untuk keperluan regulasi, diikuti TLC, ELISA, fluorometri, GC, GC/MS dan *minicoloum* (van Egmond *et al.* 2007). Disarankan untuk tetap melakukan validasi pada setiap metode analisis yang digunakan untuk memberi jaminan ketepatan hasil uji, di antaranya dengan uji banding/uji profisiensi atau menggunakan *Certified Reference Material* (CRM) yang dihasilkan oleh *The Institute for Reference Materials and Measurements* (van Egmond *et al.* 2007, Cheli *et al.* 2009).

Salah satu negara Asia yang telah menetapkan regulasi untuk ekspor kacang tanah dan produknya melalui pengendalian aflatoxin adalah India, terutama untuk memenuhi

ambang batas yang ditetapkan Uni Eropa (APEDA 2013). Prosedur pengambilan sampel untuk analisis kandungan aflatoksin sangat rinci untuk masing-masing volume ekspor dan jenis produk kacang tanah. Sebagai contoh untuk biji kacang tanah, bobot untuk satu contoh kerja (*working/incremental sample*) ditetapkan 200 g. Jumlah (n) dari contoh kerja sangat tergantung dari besarnya/volume lot bahan. Untuk lot bahan yang volumenya 500 ton, diambil sampel primer (*stock sample/sublot*) dengan bobot 100 ton. Dari sampel primer tersebut diambil 100 contoh kerja @ 200 g sehingga total bobot contoh kerja menjadi 20 kg (Tabel 6). Contoh kerja ini selanjutnya dicampur merata dan dibagi dua dengan *sample divider* (@ 10 kg) lalu dikirim ke dua laboratorium untuk dianalisis. Sementara untuk lot kacang tanah yang bobotnya ≤ 15 ton, jumlah sampel yang diperlukan lebih sedikit dan analisis cukup dilakukan di satu laboratorium saja bila bobot lot bahan ≤ 2 ton (Tabel 6). Penggilingan sampel dilakukan dengan cara basah (*slurry/wet grinding*) dan analisis aflatoksin menggunakan HPLC dengan detektor *immunoassay fluorescent*.

Pengambilan sampel polong, biji, dan produk kacang tanah untuk analisis aflatoksin yang dilakukan oleh Dharmaputra *et al.* (2005), Rahmianna *et al.* (2007) dan Dharmaputra *et al.* (2013) pada kegiatan survei di lapangan, relatif sederhana dan mudah untuk diterapkan. Untuk polong dan biji kacang tanah serta produk yang masih berbentuk biji utuh, seperti kacang sanghai, kacang atom (*flour-coated peanut*), masing-masing sampel diambil secara acak sampai diperoleh bobot sekitar 2 kg, 1 kg, dan 2 kg. Sementara untuk produk olahan kacang tanah, seperti pecel/gado-gado, sate, dan siomay, sampel acak diambil dari lima porsi yang masing-masing bobotnya 75 g, 60 g, dan 50 g. Sampel dicampur merata agar homogen dan selanjutnya dibagi tiga kali dengan *sample divider* sampai diperoleh berat 250 g untuk sampel polong dan produk berbentuk biji serta 125 g untuk biji sebagai bahan analisis fisik dan aflatoksin. Sedangkan untuk produk olahan kacang tanah, sampel dicampur homogen kemudian dibagi dua. Satu bagian untuk bahan analisis aflatoksin dan satu bagian lagi untuk arsip sampel. Bahan untuk analisis aflatoksin selanjutnya digiling lalu ditimbang bobot sampel sesuai dengan metode yang digunakan. Beberapa metode *sampling* tersebut di atas dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk melengkapi SNI 7385:2009.

Tabel 6. Pengambilan sampel untuk analisis aflatoksin pada kacang tanah di India untuk tujuan ekspor.

Bobot lot biji kacang tanah (ton)	Bobot atau jumlah sublot	Jumlah (n) contoh kerja	Total bobot contoh kerja (kg)	Jumlah (n) laboratorium
>500	100 ton	100	20	2
>125 dan ≤ 500	5 sublot	100	20	2
>15 dan ≤ 125	25 ton	100	20	2
>10,0 dan $\leq 15,0$	–	100	20	2
>5,0 dan $\leq 10,0$	–	80	16	2
>2,0 dan $\leq 5,0$	–	60	12	2
>1,0 dan $\leq 2,0$	–	40	8–<12	1
>0,5 dan $\leq 1,0$	–	30	6	1
>0,2 dan $\leq 0,5$	–	20	4	1
>0,1 dan $\leq 0,2$	–	15	3	1
$\leq 0,1$	–	10	2	1

Sumber: APEDA (2013).

MUTU KACANG TANAH MENURUT STANDAR INDUSTRI

Selain standar mutu berdasar cemaran aflatoksin, beberapa industri pengolahan juga menetapkan persyaratan khusus yang diperlukan untuk pengolahan produk kacang tanah tertentu. Sebagai contoh, kacang Garuda, Pati, Jawa Tengah memiliki kriteria tertentu untuk pengolahan kacang garing, yakni masak optimal (umur panen 85–110 hari), berbiji dua atau tiga, kenampakan polong harus sehat, tidak busuk, bersih dan segar, kulit tidak pecah, bentuk fisik bagus (polong lurus) dan tangkai polong harus dibuang. Selain itu, polong juga harus bernas, bentuk biji bulat lonjong dan warna kulit ari merah muda (*rose*) (Kacang Garuda Grup 2005). Umumnya hampir semua varietas kacang tanah dapat diterima, kecuali varietas Kelinci, Panther, Macan dan Singa karena bijinya pipih dan varietas Kidang karena warna kulit arinya merah. Industri pengolahan tersebut juga tidak menerima pasokan kacang tanah polong yang telah dipanen lebih dari 48 jam karena adanya risiko tercemar aflatoksin. Sementara untuk keperluan pengolahan kacang telur, kacang atom dan kacang madu (*coated peanuts*), kacang Garuda menerima pasokan bahan baku dalam bentuk polong kering dan biji kacang tanah kering (*ose*) dengan kriteria biji kecil dengan ukuran seragam. Sedang untuk produk olahan lainnya, seperti rempeyek, pengrajin lebih menyukai biji yang ukurannya kecil dan boleh tidak seragam, dan untuk selai kacang, bumbu pecel, permen kacang, ukuran biji sedang sampai besar, seragam, utuh dan warna menarik (Susilo 2003).

Untuk menjamin pasokan bahan baku berupa polong kacang tanah segar yang kualitasnya baik, pihak perusahaan menjalin kerjasama/kemitraan dengan pemasok (agen/petani) menggunakan sistem tertutup (10%) dan sistem terbuka. Hal ini penting untuk mencegah terjadinya monopoli yang seringkali berasosiasi dengan penentuan harga sepihak oleh perusahaan/pabrik yang dapat merugikan pemasok. Dengan sistem kemitraan terbuka, pemasok diberi kebebasan untuk menentukan kepada siapa kacang tanahnya akan dijual dengan harga yang paling menguntungkan. Pemasok juga memahami sistem penentuan harga berdasarkan kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga dapat memilih alternatif pasar yang lain bila kacang tanahnya tidak memenuhi standar mutu tersebut.

Industri pengolahan kacang tanah lainnya, seperti Dwi Kelinci juga memiliki standar mutu yang hampir mirip dengan Kacang Garuda. Sebagai contoh, untuk bahan baku kacang tanah polong segar, disyaratkan harus segar dan bersih, bebas penyakit, polong besar dan bagus, isi biji penuh, tingkat kematangan merata, rasa manis/gurih. Sedang untuk biji kering (*ose*), biji harus segar, tidak busuk atau berjamur, ukuran biji OB (500 buah/ons dan 7 mm atau 350 biji/ons), ukuran biji seragam, tidak belah, kulit ari tidak terkelupas dan kadar air 5–7% (PT Dwi Kelinci 2005). Perusahaan ini lebih memilih sistem kemitraan terbuka untuk pasokan bahan bakunya dan pemasok diijinkan bersama-sama dengan petugas perusahaan mengambil sampel secara acak untuk diamati mutunya. Polong kacang tanah segar ditimbang 1 kg, lalu dibersihkan tangkai polongnya, dicuci bersih untuk memisahkan tanah yang terikut pada polong, dilap/dikeringkan, lalu disortir berdasarkan tingkat kemasakan (tua dan muda), ditimbang untuk menentukan perbandingan polong tua dan muda. Sebagai gambaran pada tahun 2005, jika bobot polong tua: polong muda = 1:1, maka harga pembelian pabrik berkisar antara Rp 1.800–2.000/kg. Bila jumlah polong tua lebih banyak dibanding yang muda, maka akan ada tambahan harga untuk setiap kenaikan jumlah polong tua, misalnya 2:1 (+ Rp225), 3:1 (+Rp300), dan + Rp 50 untuk kenaikan selanjutnya. Namun, harga akan berkurang bila jumlah polong tua lebih kecil dibanding polong muda, seperti 4:5 (–Rp 150) dan 1:2 (–Rp350).

Untuk pembayaran total pasokan digunakan rumus : tonase kacang (kg) x (100 – potongan tanah)% x harga sesuai hasil cek mutu di atas. Sedang untuk kacang ose dengan ukuran 475–550 biji/ons dan 7 mm (350–400 biji/ons) ditetapkan harga Rp 7.200–7.400/kg dengan tenggang pembayaran 3–4 minggu. Harga cenderung berfluktuasi mengikuti tingkat ketersediaan kacang tanah di pasaran dan kebutuhan bahan baku pabrik. Pada saat panen raya (Februari, April – Mei dan Juli – September), harga biasanya turun.

PENERAPAN STANDAR MUTU KACANG TANAH

Agar dapat bersaing di pasaran dan aman dikonsumsi, bahan baku kacang tanah dan produk olahannya harus memenuhi standar mutu, baik yang ditetapkan secara lokal (industri), nasional, maupun internasional (keperluan ekspor). Codex Alimentarius Commission telah menetapkan pedoman praktis untuk pengendalian aflatoksin pada kacang tanah (CAC/RCP55-2004) (Anukul *et al.* 2013) melalui penanganan pra dan pascapanen serta proses pengolahan yang tepat (*good agricultural practices, good handling practices dan good manufacturing practices*) mulai dari bahan baku polong dan biji kacang tanah sampai produk akhir (*from farm to table*).

Pengendalian ini harus melibatkan seluruh *stakeholders*, mulai dari petani produsen, penebas, pedagang sampai industri pengolahan. Peningkatan kepedulian terhadap bahaya aflatoksin melalui sosialisasi dan penyuluhan, penerapan regulasi ambang batas total aflatoksin (20 ppb) dan kebijakan yang memberi insentif harga jual untuk polong/biji kacang tanah yang memenuhi standar mutu, diperlukan guna memacu upaya pengendalian mutu kacang tanah dan produk olahannya dari tingkat petani sampai dengan konsumen (Ginting dan Beti 1996). Bentuk kemitraan antara petani dengan industri pengolahan kacang tanah merupakan salah satu alternatif yang dapat memberi jaminan harga jual yang memadai kepada petani sesuai dengan mutu polong kacang tanah yang dihasilkan, sehingga perlu dibina dan dikembangkan. Sosialisasi cara penentuan mutu dan harga jual di tingkat pabrik perlu dilakukan agar petani/penebas/pedagang pengumpul terdorong untuk menangani hasil panennya dengan baik guna mendapatkan harga jual yang tinggi.

Metode pengambilan sampel, preparasi dan analisis sampel perlu terus diperbaiki dan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan mengikuti perkembangan internasional. Demikian pula kebijakan penetapan ambang batas maksimum aflatoksin dan penerapannya secara nyata di lapangan perlu terus didorong untuk meningkatkan kualitas produk olahan kacang tanah dan keamanannya untuk dikonsumsi.

PENUTUP

Standar mutu fisik kacang tanah polong dan biji telah ditetapkan di Indonesia, demikian pula batas kandungan maksimum aflatoksin untuk produk olahan kacang tanah. Namun pelaksanaannya masih bersifat himbauan (*voluntary*). Oleh karena itu industri pengolahan kacang tanah membuat standar bahan baku sendiri sesuai dengan kriteria yang diperlukan terkait mutu produk dan penentuan harga.

Prosedur pengambilan sampel, preparasi sampel, dan metode analisis aflatoksin belum ditetapkan secara baku, oleh karena itu perlu dipertimbangkan untuk ditetapkan di Indonesia. Penetapan standar mutu kacang tanah penting dilakukan agar produk yang dihasilkan dapat bersaing di pasaran, baik di tingkat nasional maupun regional.

DAFTAR PUSTAKA

- Anukul, N., K. Vangnai, and Mahakarnchanakul. 2013. Significance of regulation limit in mycotoxin contamination in Asia and risk management programs in national level. *J. Food Drug Anal.* 21:227–241.
- APEDA. 2013. Regulation of export of peanut and peanut products through control of aflatoxin. Trade Notice No: APEDA/PPP/Q/2011 Amendment III dated 09.01.2013. Agricultural and Processed Food Products Export Development Authority. New Delhi, India. 50 p.
- BSN. 2009. Batas maksimum kandungan mikotoksin dalam pangan. SNI 7385:2009. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 24 hlm.
- DSN. 1995. Standar mutu kacang tanah. SNI 01-3921-1995. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta. 7 hlm.
- Cheli, F., A. Campagnoli, L. Pinotti, W. Fusi, and V. Deli'Orto. 2009. Sampling feed for mycotoxins: acquiring knowledge from food. *Ital. J. Anim Sci* 8:5–22.
- Dohlmán, E. 2003. Mycotoxin hazards and regulations impacts on food and animal feed crop trade. p. 97–108. In Buzby J.C. (ed). *International Trade and Food Safety: Economic Theory and Case Studied*. USDA Agricultural Research No. 828. www.org.usda.gov. (diakses tanggal 4 April 2014).
- Dharmaputra, O.S. 2005. Kontaminasi mikotoksin pada bahan pangan dan pakan di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Permasalahan dan Upaya Penanggulangan Mikotoksin dan Mikotoksikosis di Indonesia. Jakarta, 30 Juli 2005.
- Dharmaputra, O.S., I. Retnowati, S. Ambarwati, dan E. Maysra. 2005. *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination in peanut at various stages of the delivery chains in Cianjur Regency, West Java, Indonesia. *Biotropia* 24:1–19.
- Dharmaputra, O.S., S. Ambarwati, I. Retnowati, and A. Windyarani. 2013. *Aspergillus flavus* population and aflatoxin B₁ content in processed peanut products in Municipality of Bogor, West Java. *Biotropia* 20(2):81–88.
- FAOSTAT. 2009. Statistical data of food balance sheet. www.fao.org (accessed on 27 February 2014).
- Ginting, E. dan J.A. Beti. 1996. Upaya penyediaan bahan baku 'bebas' aflatoksin mendukung agroindustri kacang tanah. hlm. 388–405. Dalam N. Saleh, K. Hartojo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono dan A. Winarto (ed). *Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Edisi Khusus Balitkabi No. 7 – 1996. Malang.
- Goto, T. 1990. Mycotoxins: Current situation. *Food Rev Int* 6(2):265–290.
- ICAR. 1987. Aflatoxin in Groundnuts. ICAR. New Delhi.
- Kacang Garuda Group. 2005. Kebutuhan dan kualitas kacang tanah sebagai bahan baku industri. hlm 14–19. Dalam A. Harsono, N. Nugrahaeni, A. Taufiq dan A. Winarto (ed.) *Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Kacang Tanah*. Edisi Khusus Balitkabi No. 12–1998. Malang.
- Köppen, R., M. Koch, D. Siegel, S. Merkel, R. Maul, and I. Nehls. 2010. Determination of mycotoxins in foods: current state of analytical methods and limitations. *Appl Microbiol Biotechnol* 86:1595–1612.
- Murphy, P.A., Hendrich, S., Landgren, C., and Pryant, C.M. 2006. Food mycotoxins: An update. *J. Food Sci.* 71(5):R51–R65.
- Luttfullah, G. and Hussain, A. 2011. Studies on contamination level of aflatoxins in some dried fruits and nuts of Pakistan. *Food Control* 22(3–4):426–429.

- Park, D.L., T.B. Whitaker, F.G. Giesbrecht, and H. Njapu. 2000. Performance of three pneumatic probe samplers and flour analytical methods used to estimate aflatoxins bulk cottonseed. *J. AOAC Int.* 83:1247–1251.
- PT Dwi Kelinci. 2005. Peluang pengembangan bisnis kacang tanah di Indonesia. Disampaikan pada 'Temu Usaha Pemasaran Kacang Tanah' di Denpasar, Bali pada tanggal 13–15 September 2005. Direktorat Jendral Bina Pemasaran dan Pengolahan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian. 8 hal.
- Rahayu, E.S. 2011. Aflatoxin, occurrence and integrated management control in Indonesia. Paper presented at IUMS Outreach Program in Food Safety. Denpasar, Bali, 22–24th June 2011. Gadjah Mada University, Yogyakarta. 45 p.
- Rahmianna, A.A., E. Ginting dan E. Yusnawan. 2007. Cemaran aflatoksin B₁ pada kacang tanah yang diperdagangkan di sentra produksi Banjarnegara. *Jurnal Pertanian Tanaman Pangan* 26(2):137–144.
- Santosa, B.A.S., S. Widowati, dan D.S. Damardjati. 1993. Teknologi pengolahan dan produk kacang tanah. hlm. 286–303. Monograf Balittan No. 12. Kacang Tanah. Balittan Malang.
- Spanjer, M.C., J.M. Scholten, S. Kastrup, U. Jörissen, T.F. Schatzki, and N. Toyofuku. 2006. Sample comminution for mycotoxin analysis: Dry milling or slurry milling?. *Food Addit. Contam.* 23:73–83.
- Susilo, T.W. 2003. Peluang dan kendala pengembangan agroindustri kacang-kacangan dan umbi-umbian. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Teknologi Inovatif Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian untuk Mendukung Ketahanan Pangan. Malang, 16–17 September 2003. Puslitbangtan – Balitkabi. Malang.
- van Egmond, H.P., R.C. Schothorst, and M.A. Jonker. 2007. Regulations relating to mycotoxins in food. *Anal Bioanal Chem* 389:147–157.
- Whitaker, T.B. 2006. Sampling Foods for Mycotoxins. *Food Add & Contam.* 23(1):50–61.
- Wu, F. 2008. A tale of two commodities: how EU mycotoxin regulations have affected U.S. tree nut industries. *World Mycotox J.* 1(1):95–102.

TEKNOLOGI PRODUKSI BENIH SUMBER KACANG TANAH

Joko Purnomo dan Didik Harnowo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Kebutuhan kacang tanah dari waktu ke waktu cenderung meningkat dan belum dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri sehingga masih harus ditutup dengan melakukan impor. Hal ini menunjukkan bahwa peluang usaha kacang tanah masih sangat terbuka. Kacang tanah bukanlah komoditas yang terlalu sulit dibudidayakan, rentang toleransi yang tinggi terhadap jenis dan taraf kemasaman tanah, serta sifat kleistogam dari tanaman adalah kemudahan-kemudahan yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Dengan pengelolaan yang baik dan benar, produktivitas sesuai potensinya dapat dengan mudah dicapai.

Sampai dengan tahun 2014 telah dilepas sebanyak 37 varietas, namun demikian varietas yang ditemui di lapang sangat sedikit dibanding dari jumlah tersebut. Hal ini adalah kendala yang perlu diketahui serta dicari solusinya mengapa penyebaran varietas kacang tanah terjadi dengan lambat. Apakah hal tersebut karena perolehan informasi terhadap varietas unggul kurang, karena kesulitan memperoleh serta keterbatasan ketersediaan benih, atau karena keragaan tanaman seperti polong, warna kulit ari biji, ukuran biji, atau sifat lain yang kurang sesuai keinginan pengguna.

Benih kacang tanah termasuk komoditas palawija yang tidak tahan disimpan lama yang mungkin menyebabkan rendahnya minat bagi para penangkar. Apabila dalam suatu wilayah memungkinkan untuk dibangun sistem penyediaan benih antar lokasi atau antar musim, hal ini sangat baik dan bahkan sangat dianjurkan, karena berpeluang menjadi jejaring agribisnis dan perbenihan kacang tanah tersedia sepanjang tahun. Model penyediaan benih kacang tanah melalui jalur benih antarlapang dan musim (*jabalsim*) seperti halnya pada benih kedelai cocok juga diterapkan untuk penyediaan benih kacang tanah di tingkat petani. Dengan *Jabalsim*, keberadaan para penangkar benih berpeluang dijadikan fasilitator penyebaran varietas unggul baru dan sumber benih berkualitas bagi petani. Benih atau varietas yang berkualitas adalah masukan dasar dalam setiap usahatani. Tingkat kualitas benih yang digunakan sebagian besar petani adalah gambaran tingkat budi daya pertanian yang dilakukan petani, meski untuk dapat memperoleh hasil yang maksimal diperlukan keterpaduan varietas unggul, benih bermutu, dan tingkat pengelolaan tanaman. Sifat individualisme petani tidak akan berperan banyak di dalam peningkatan produksi, tetapi interaksi di antara mereka dan upaya terus saling melengkapi akan mempunyai peran yang besar.

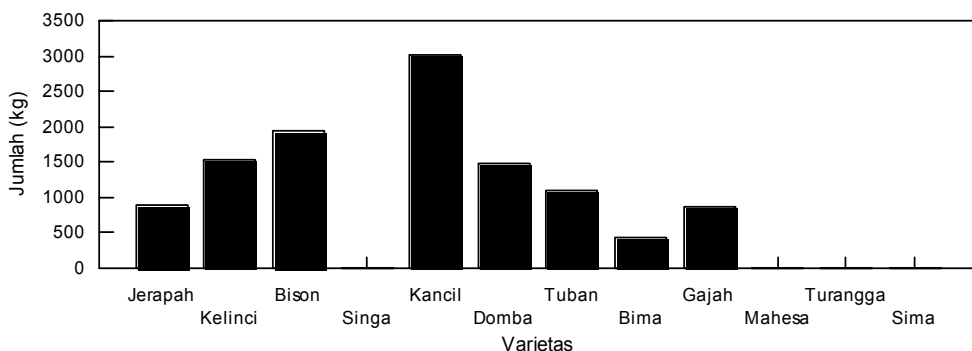
Benih varietas unggul, terutama kacang tanah, merupakan masukan usahatani yang mahal. Kelangkaan ketersediaan benih bermutu dari varietas unggul kacang tanah sering terjadi di Indonesia, demikian juga di negara penghasil kacang tanah. Padahal, benih menempati posisi yang sangat strategis karena benih adalah pembawa teknologi kepada petani. Benih kacang tanah termasuk kelompok benih yang sangat mudah turun viabilitasnya karena ukuran bijinya serta sifat hampir tidak ada dormansi bagi kebanyakan varietas di Indonesia (Sania *et al.* 1993; Yaw *et al.* 2008), sehingga untuk memproduksi benih kacang tanah bermutu perlu memperhatikan prosedur baku, sejak penyiapan benih sumber hingga penanganan pascapanennya (prapanen hingga pascapanen). Upaya apa-

pun yang dilakukan di dalam penyimpanan tidak akan dapat meningkatkan mutu benih. Penyimpanan sifatnya hanya mempertahankan atau menahan agar laju kemerosotan viabilitas menjadi nol atau sekecil mungkin sampai tiba saatnya benih tersebut digunakan. Oleh karenanya, mempertahankan mutu benih secara berkelanjutan adalah perlu (Hidayat 2005).

Kacang tanah bukan tanaman asli Indonesia, diperkirakan berasal dari Amerika Latin, diduga dari lereng Pegunungan Andes, di negara-negara Bolivia, Peru dan Brasilia sekarang. Kacang tanah yang tergolong genus *Arachis* memiliki banyak kerabat liar, dan genus *Arachis* sendiri memiliki banyak species, salah satunya adalah *hypogaea*, yang dibudidayakan hingga sekarang. *Arachis hypogaea* memiliki tiga tipe utama yakni Spanish, Valencia, dan Virginia. Dua tipe pertama banyak dibudidayakan di Indonesia sedangkan tipe Virginia lebih banyak dibudidayakan di Amerika. Faktor umur masak (dapat dipanen) yang berkisar 80–100 hari menyebabkan tipe Spanish dan Valencia lebih banyak ditanam di Indonesia walau potensi genetik kedua tipe tersebut lebih rendah dibanding tipe Virginia yang mampu mencapai 4,5 ton polong kering per hektar.

PERBENIHAN KACANG TANAH

Perbenihan kacang tanah menjadi salah satu tugas pokok dan fungsi (tupoksi) Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Sejak tahun 2010 Balitkabi telah memenuhi persyaratan Sistem Manajemen Mutu (ISO 9001: 2008) untuk melakukan sertifikasi mandiri terhadap benih penjenis (BS), dan mulai tahun 2014 sertifikasi mandiri tersebut dikembangkan juga untuk kelas benih dasar (FS). Sangat dirasakan bahwa sistem perbenihan kacang tanah belum dapat berjalan sebagaimana mestinya, sehingga setiap tahun masih harus diproduksi benih penjenis (BS) dalam jumlah besar. Data pada Unit Pengelolaan Benih Sumber (UPBS) Badan Litbang Pertanian di Balitkabi menunjukkan permintaan benih penjenis (BS) varietas kacang tanah favorit (yang banyak diminati) dan beberapa varietas lain yang kurang diminati dalam jumlah yang lebih sedikit (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata permintaan benih BS kacang tanah tahun 2010–2012.

Klasifikasi Benih

Benih kacang tanah terdiri atas beberapa klas, yakni: benih inti (NS, *Nucleus Seed*), benih penjenis (BS, *Breeder Seed*), benih dasar (FS, *Foundation Seed*), benih pokok (SS, *Stock Seed*) dan benih sebar (ES, *Extension Seed*) (Kasno et al. 1998, Permentan 2014). Sistem klasifikasi benih demikian juga terjadi di banyak negara (Ndjeunga et al. 2006).

1. Benih Inti (NS)

Benih inti (NS) adalah benih klas tertinggi yang akan menjadi sumber benih klas-klas benih di bawahnya. Produksi dan pengelolaan benih NS menjadi tanggung jawab langsung pemulia tanaman (*breeder*) atau Institusi dimana pemulia tersebut bernaung, atau yang mensponsori seorang pemulia tanaman. Benih NS dihasilkan dari tanaman tunggal terpilih, yang kemudian digandakan secara baris tunggal, dan dikarakterisasi secara cermat oleh *breeder* yang bersangkutan menyangkut sebagian besar karakter utama tanaman selama pertumbuhan di lapang hingga panen. Karakter-karakter yang harus diperhatikan meliputi: keragaan pertumbuhan, pola percabangan, tinggi tanaman, pigmentasi pada permukaan batang epikotil, warna ginofor dan jumlah cabang, karakteristik daun (ukuran, kondisi permukaan daun, warna, pertumbuhan bulu pada batang dan daun), warna bunga, karakteristik polong (paruh, retikulasi kulit polong, keberadaan pinggang polong, jumlah biji per polong), ukuran polong, rendemen biji, karakteristik biji (panjang biji, ketebalan biji, bobot biji, warna kulit ari biji, kondisi permukaan biji), kandungan lemak, protein, ratio/perbandingan asam lemak esensial, ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik, serta sifat dormansi biji. Hanya pada tanaman-tanaman yang mempunyai karakter sama yang akan diperbanyak menjadi calon benih inti.

Perbanyak benih pada musim kedua masih dilakukan dalam baris tunggal (*progeny rows*), dan karakter-karakter tersebut tetap dicermati ulang sampai dengan panen dan tetap menunjukkan stabil kesamaannya. Tanaman-tanaman yang memiliki karakteristik beda akan dibuang. Pada musim tanam kedua ini, baris-baris yang memiliki kesamaan major (100%) yang akan digabung, sebagai benih inti (NS).

2. Benih penjenis (BS)

Benih penjenis (BS) diproduksi dari benih inti, dilaksanakan dan masih di bawah supervisi langsung pemulia tanaman. Tujuan pembentukan BS adalah untuk menggandakan jumlah benih inti, yang pada umumnya jumlah ketersediaannya masih sangat terbatas, sehingga benih BS ini belum dianjurkan untuk pertanaman umum. Di India perbanyak benih penjenis dua kali masih dianggap layak, hal ini karena sifat multiplikasi benih kacang tanah yang rata-rata rendah. Artinya benih inti diperbanyak untuk memperoleh benih penjenis pertama, dan benih penjenis pertama ini digandakan lagi untuk memperoleh benih penjenis kedua. Kondisi demikian juga dapat berlaku di Indonesia, dan hanya khusus untuk benih penjenis. Di lapang digunakan teknis bertanam sebagaimana direkomendasikan.

3. Benih Dasar (FS)

Benih dasar (FS) diperbanyak dari benih penjenis (BS), dilakukan oleh Balai Benih Induk atau penangkar benih yang telah memperoleh sertifikat sebagai penangkar benih dari Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB). Peran pemulia dalam pengawalan sudah berkurang, sifatnya hanya membantu dalam hal mengevaluasi kebenaran genetik tanaman.

4. Benih Pokok (SS)

Benih pokok (SS) dapat diproduksi oleh universitas, penangkar, kelompok tani, atau petani perorangan yang telah memiliki pengalaman cukup dalam hal pengelolaan benih.

Setidaknya mereka mengetahui tentang klasifikasi benih dan teknik budidaya tanaman kacang tanah secara baik dan benar.

5. Benih sebar (ES)

Benih sebar (ES) adalah klas terakhir dalam sistem klasifikasi benih di Indonesia. Benih sebar diproduksi dari benih SS. Cara produksi benih ES sama dengan cara produksi benih SS, sehingga produsen ES boleh sekaligus bertindak sebagai produsen benih klas SS.

Sesuai dengan aturan perbenihan, produksi benih perlu mengacu standar pemeriksaan lapang dan laboratorium pada klas benih yang akan diproduksi. Tolok ukur untuk kelulusan dalam proses sertifikasi benih adalah: kadar air benih, campuran varietas lain (CVL), benih warna lain, daya tumbuh, kotoran benih, dan rumput berbahaya (Tabel 1).

Tabel 1. Standar laboratorium sertifikasi benih kacang tanah

Klas Benih	Kadar air (maks) (%)	CVL *) (maks) (%)	Benih warna lain (maks) (%)	Daya tumbuh (min) (%)	Kotoran benih (maks) (%)	Rumput berbahaya (maks) (%)
Benih Dasar	11,0	0,1	0,5	90,0	0	0
Benih Pokok	11,0	0,2	0,5	90,0	0	0
Benih Sebar	11,0	0,5	1,0	80,0	2	0
BMJ (Benih Mutu Jual)	11,0	1,0	1,0	70,0	-	0

Masing-masing klas benih dapat diperbanyak 5 kali. *) : Campuran varietas lain

Sumber: Dirjen Pertanian Tanaman Pangan (1991).

Teknik Memproduksi Benih Sumber

Teknik memproduksi benih sumber berbagai klas benih kacang tanah pada dasarnya adalah sama dengan teknik produksi kacang tanah untuk konsumsi, kecuali pada aspek pemeliharaan mutu genetik dan mutu fisiologis benih, serta siapa yang bertanggung jawab atau yang memproduksinya (Kasno *et al.* 1998, Nigam *et al.* 2004). Tabel 2 menyebutkan bahwa untuk benih inti (NS) dan benih penjenis (BS) hanya pemulia tanaman yang bersangkutan atau institusi di mana pemulia bernaung, yang bertanggung jawab sebagai produsen dan pengawal mutu benih. Untuk benih dasar (FS), benih pokok (SS), dan benih sebar (ES) kantor BPSB bertanggung jawab atas pengawalan mutu benih yang diproduksi BBI atau penangkar yang ditunjuk. Secara garis besar teknik produksi benih sumber meliputi kegiatan prapanen dan pascapanen.

Tabel 2: Klas benih, penanggung jawab, dan produsen benih

Klas Benih	Tanggung jawab	Produsen
1. Benih Inti (NS)	Breeder/Institusi	Institusi (Balitkabi)
2. Benih Penjenis (BS)	Breeder/Institusi	Institusi (Balitkabi)
3. Benih Dasar (FS)	BPSB	BBI/Penangkar
4. Benih Pokok (SS)	BPSB	BBI/Penangkar
5. Benih Sebar (ES)	BPSB	BBI/Penangkar

Sumber: Nigam *et al.* 2004.

Kegiatan prapanen

Penyiapan Benih

Perhatian terhadap calon benih kacang tanah sebaiknya dilakukan sejak masih dalam bentuk polong. Pada kondisi demikian sortasi/seleksi dapat dilakukan berdasar bentuk dan karakteristik polong sebagai penciri varietas, seperti ukuran polong, retikulasi kulit polong, bentuk polong serta keseragaman polong. Karakteristik polong adalah sifat terwariskan, sehingga dengan benih yang seragam diharapkan akan diperoleh hasil panen dengan tingkat keseragaman polong yang semakin baik, selama kelompok benih tersebut tidak tercampur secara fisik dari varietas lain. Berikutnya adalah mengupas benih terpilih secara manual untuk mengurangi tingkat kerusakan benih secara mekanis. Tindakan yang harus dilakukan terhadap benih ose ini adalah melakukan sortasi ulang dengan memisahkan/membuang bentuk-bentuk simpang berdasar bentuk biji, warna kulit ari biji, dan biji keriput serta kusam. Benih yang telah dikupas sebaiknya segera ditanam dalam waktu 5–7 hari. Keterlambatan menanam menyebabkan benih akan kehilangan viabilitas dan daya tumbuhnya, kecuali benih disimpan di ruangan berpendingin. Sesuai dengan aturan perbenihan yang berlaku, produksi benih perlu mengacu standar pemeriksaan lapang dan laboratorium pada klas benih yang akan diproduksi untuk mempertahankan kemurnian genetik sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Pemilihan Lokasi

Lokasi perbanyakan benih dipilih sedapat mungkin mendekati kondisi ideal yang dipersyaratkan bagi varietas yang bersangkutan agar tidak terjadi penurunan mutu genetik varietas terhadap benih yang akan dihasilkan. Interaksi genetik suatu varietas dengan lingkungan seringkali yang terjadi cukup kuat, khususnya pada varietas yang memiliki daya adaptasi khusus atau varietas yang sifatnya spesifik lokasi. Lokasi terpilih untuk perbanyakan benih seyogyanya bukan bekas tanaman kacang tanah. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kemungkinan tercemarnya kemurnian varietas dari polong/biji kacang tanah pertanaman sebelumnya yang masih tertinggal di dalam tanah. Kehati-hatian semacam ini akan membuat mutu genetik benih kacang tanah dapat dipertahankan dalam beberapa generasi.

Menentukan lokasi untuk memproduksi benih juga harus mempertimbangkan kesuburan dan elevasi lahan, tata air, prasarana transportasi, bukan wilayah endemik suatu hama atau penyakit tanaman, aman dari gangguan ternak dan pencurian, serta tersedianya fasilitas pengeringan/penjemuran. Lokasi dapat dipilih di instalasi penelitian atau lahan petani yang memenuhi syarat di atas. Secara umum toleransi kacang tanah terhadap kekurangan air lebih tinggi dibanding kedelai, meski demikian sebaiknya pada periode-periode kritis terhadap air hendaknya air dapat tersedia dengan mudah. Jika air irigasi tersedia, pemberian irigasi dengan interval 10–15 hari cukup bagi kacang tanah, kecuali untuk tanah-tanah ringan/porous interval tersebut dapat lebih dipersempit. Sebelum pelaksanaan penanaman konsultasi dan koordinasi dengan BPSB setempat perlu dilakukan, khususnya untuk keperluan sertifikasi benih.

Penyiapan Lahan

Kegiatan ini dimulai dengan pengolahan tanah, perataan, plotting/mempersiapkan bedengan dan saluran drainase, hingga siap tanam. Kacang tanah termasuk tanaman palawija dengan karakter biji cukup besar dengan proses perkembangan polong yang

harus terjadi di dalam tanah, sehingga penggemburan tanah sangat diperlukan. Biji kacang tanah akan tumbuh baik pada lingkungan yang tidak berlebihan air dan tanah cukup gembur. Penanaman pada lahan yang terlalu basah pada umumnya akan mengurangi daya tumbuh karena benih cepat membusuk. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penyiapan lahan adalah sebagai berikut:

1. Kondisi kelengasan tanah harus cukup untuk pengolahan secara kering, sehingga tanah mudah diolah dengan bajak dan perataannya dengan garu,
2. Upayakan lahan bersih dari rumput atau gulma,
3. Buat bedengan (lebar bedengan menyesuaikan, kira-kira 4–5 m) dan antar bedengan dibuat saluran untuk keperluan pengaturan air (pematusan dan irigasi),
4. Jika memungkinkan dapat ditambahkan pupuk kandang atau kompos yang diaplikasikan bersamaan dengan pengolahan tanah terakhir.

Penanaman

Sifat kleistogam pada kacang tanah termasuk menguntungkan bagi kelangsungan kemurnian suatu varietas, walau demikian isolasi terhadap varietas lain perlu mendapat perhatian. Meskipun tanaman bersifat kleistogam tetapi masih mungkin terjadi persarian silang meski sangat kecil (<5%). Oleh karena itu, perlu diwaspadai bahwa kawin silang tersebut masih mungkin terjadi karena adanya peran serangga. Hendaknya diantisipasi juga kemungkinan perpindahan benih antarpetak karena arus irigasi. Tabel 3 menunjukkan jarak isolasi minimum 3,0 m dan isolasi waktu sekitar 15 hari cukup untuk pengaruh angin.

Tabel 3. Standar lapang sertifikasi benih kacang tanah.

Klas Benih	Isolasi jarak tanam (m)	Isolasi waktu (hari)	CVL dan tipe simpang maksimum (%)
Benih Dasar (FS)	3,0	15	0,1
Benih Pokok (SS)	3,0	15	0,2
Benih Sebar (ES)	3,0	15	0,5
BMJ (Benih Mutu Jual)	3,0	15	0,7

Sumber: Kelly 1988; CVL: Campuran varietas lain.

Cara tanam untuk memproduksi benih sumber sebaiknya dilakukan secara teratur dengan mengikuti anjuran jarak tanam tertentu. Jarak tanam umum yang direkomendasikan untuk tanaman kacang tanah adalah 40 cm x 10 cm, satu tanaman setiap lubang tanam. Penanaman untuk benih dapat dilakukan mengikuti alternatif yang lain yaitu dengan mengikuti alur bajak. Jarak alur bajak dipertahankan 40 cm, dan jarak meletakkan biji juga tidak beranjak jauh dari 10 cm. Perlu diketahui bahwa tidak setiap pengolah tanah dapat mengatur jarak tersebut dengan baik. Cara tanam dengan alur bajak termasuk yang cukup efisien, khususnya untuk alokasi tenaga kerja. Penanaman dengan jarak teratur akan memberi peluang atau ruang gerak yang merata antarindividu tanaman. Jarak tanam 40 cm x 10 cm lebih dianjurkan dibanding 20 cm x 20 cm, karena lebih mudah dalam pemeliharaan tanaman, misalnya pengairan, pengendalian gulma atau pendangiran/pembubunan.

Pada beberapa negara sub tropik hanya didapati satu musim tanam yang terbaik untuk tanaman kacang tanah, tetapi di India bagian selatan dijumpai dua musim tanam dalam satu tahun. Indonesia mempunyai kondisi yang tidak jauh berbeda dengan India sehingga

berpeluang didapatkan dua musim tanam kacang tanah. Meski demikian perlu dipertimbangkan bahwa untuk dapat memperoleh benih dengan kualitas prima, perlu ditentukan musim tanam terbaik. Pernah disitir bahwa suhu yang terlalu tinggi pada saat pemasakan polong berpengaruh kurang baik terhadap daya tumbuh (Natarajan 1996), namun hasil kajian di banyak lokasi, interaksi saat panen dengan viabilitas benih tidak nyata. Keadaan ini menggambarkan bahwa musim tanam bukan menjadi suatu kendala dalam memproduksi benih kacang tanah. Yang perlu diperhatikan adalah, pada daerah dengan curah hujan yang tinggi pada musim/periode tertentu, saat tanam harus diperhitungkan agar pada saat panen curah hujan tidak terlalu tinggi. Hal ini terkait dengan kesulitan pengeringan benih, terutama apabila tidak tersedia fasilitas alat pengering mekanis.



Gambar 2. Teknik bertanam larik berjarak tanam 40 cm x 10 cm.

Pemeliharaan

Menjaga tanaman dari jasad pengganggu baik gulma, hama, atau penyakit adalah suatu keharusan dalam produksi benih. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin kesehatan tanaman di lapang. Serangan hama, penyakit atau gulma dapat menurunkan kualitas dan viabilitas benih. Pengendalian gulma yang terlambat pada tanaman kacang tanah sangat merugikan karena gulma termasuk kompetitor kuat dalam perebutan hara. Periode paling kritis kacang tanah terhadap persaingan dengan gulma terjadi saat tanaman berumur 3–6 minggu setelah tanam (Kasno *et al.* 1998). Pengendalian gulma perlu mempertimbangkan fase pertumbuhan tanaman kacang tanah, disarankan dihentikan pada saat tanaman berbunga, kira-kira 30–40 hari setelah tanam. Apabila pengendalian gulma harus dilakukan lagi sebaiknya dilakukan setelah ginofor masuk ke dalam tanah dan proses perkembangan polong telah terjadi. Saat tersebut terjadi kira-kira umur 40–50 hari. Pada periode antara umur 30–50 hari sebaiknya tanaman dihindarkan dari gangguan fisik, khususnya penyirangan atau pendangiran. Perlu diketahui bahwa periode pembentukan polong merupakan periode paling kritis untuk keberhasilan usahatani kacang tanah, khususnya benih.

Hama utama kacang tanah adalah semut, lundi, penggerek daun, penggulung daun atau pengisap daun. Hama semut biasanya menyerang benih yang baru ditanam. Untuk mencegah kerusakan biji karena semut sebaiknya dilakukan perlakuan benih (*seed treatment*) dengan Ridhomil atau insektisida sejenis. Hama lundi pada umumnya akan menyerang tanaman fase berbunga hingga panen. Potensi merusak hama ini sangat tinggi, dan

kerusakan polong dapat mencapai 80% atau lebih. Pengendalian hama lundi dapat dilakukan dengan aplikasi Carbofuran bersamaan dengan pengairan atau satu hari setelah pengairan pada saat tanah masih basah. Untuk mengendalikan hama-hama penggerek daun dapat digunakan insektisida. Spesifikasi insektisida dan jenis bahan aktifnya tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis hama penting pada kacang tanah, gejala dan insektisida yang dianjurkan.

Jenis hama	Gejala serangan	Jenis pestisida yang dianjurkan
Pengisap daun:		
<i>Empoasca</i> spp	Ujung daun kuning	Monocrotofos
<i>Thrips</i>	Daun kriting & mengecil	Phasophamidon
<i>Aphis craccivora</i>	Tanaman kuning & daun keriting	Dichlorfos
<i>Tungau merah</i>	Daun kekuningan dan menjadi putih	Dicrotofos
Pemakan daun:		
<i>Aproaerema modicella</i>	Bekas gorokan pada daun, pada tingkat serangan parah daun mengering	Dichlorfos
<i>Spodoptera litura</i>	Daun tinggal tulang daun saja	Endhosulfan
<i>Chrisodeixsis chalcites</i>	Daun tua berlubang, tanaman menjadi gundul	Dicrotofos
<i>Helicoverpa armigera</i>	Daun muda rusak, berlubang dan tinggal tulang	Diazenon
Pemakan akar & polong		
<i>Holotrichia</i> spp	Tanaman layu dan mati	Carbofuran
<i>Odontotermes</i> spp	Tanaman layu dan mati	Phorate
<i>Anisolabis annulipes</i>	Polong berlubang, biji rusak dan tdp kotoran	Lindane
Pemakan biji		
<i>Tribolium castaneum</i>	Biji kacang digudang banyak berlubang	
<i>Corcyra cephalonica</i>	Biji menggumpal dan ada kepompong	

Sumber: Saleh dan Marwoto 2012.

Penyakit utama tanaman kacang tanah adalah karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Puccinia arachidis* (Speg.), bercak daun oleh *Phaeoisariopsis personata* (Berk & Curt) dan akhir-akhir ini layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* (Smith). Penyakit karat dan bercak daun pada umumnya menyerang secara bersamaan (meski tidak selalu) dan terjadi dengan perbandingan intensitas yang bervariasi. Keduanya mulai muncul pada saat tanaman berumur 60–75 hari atau lebih. Tingkat serangan dapat menjadi parah apabila lingkungan mendukung. Intensitas serangan penyakit karat dan bercak daun akan meningkat jika kelembaban dan suhu udara tinggi. Pencegahan dapat dilakukan dengan penyemprotan fungisida Metiltiofanat atau Bitertanol secara berkala dengan interval waktu 7–10 hari sekali, selama 3–4 kali penyemprotan. Penyakit layu bakteri lebih ekonomis dikendalikan dengan varietas tahan. Penyakit ini dapat menyerang tanaman pada segala fase pertumbuhan. Bagi varietas peka kegagalan karena penyakit layu dapat menjadi sangat tinggi. Selain dengan varietas tahan, pencegahan lain dapat dilakukan dengan bakterisida, namun pestisida tersebut belum banyak dikenal dengan baik oleh petani.

Pengairan dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Bagi tanaman kacang tanah kelembasan optimum berkisar antara 70–75% kapasitas lapang. Selebihnya atau kurang dari

70% biasanya tanaman akan mengalami gangguan pertumbuhan atau penurunan hasil. Apabila penanaman dilakukan pada musim hujan, pembuatan drainase merupakan kebutuhan mutlak. Hal tersebut untuk menghindari air menggenang dan kelengasan tanah berada di atas 100% kapasitas lapang. Kelengasan tanah yang terlalu tinggi kurang baik untuk produksi benih kacang tanah, karena pada tingkat kelengasan yang tinggi warna kulit biji menjadi kecoklatan sehingga kurang menarik, meskipun daya tumbuh tidak terlalu banyak terpengaruh.

Tabel 5. Jenis penyakit penting pada kacang tanah, gejala dan nama fungisida yang dianjurkan.

Jenis penyakit	Gejala serangan	Jenis fungisida yang dianjurkan
<i>Cercospora arachidicola</i>	Bercak hitam pada daun, tidak teratur	Mankozeb
<i>Cercosporidium personatum</i>	Bercak pada daun lebih hitam & terdapat 'Hallow'	Metil Tiofanat
<i>Puccinia arachidis</i>	Pustul orange di bagian bawah daun	Bitertanol
<i>Aspergillus niger</i>	Busuk leher akar	Klorotalonil
<i>Aspergillus flavus</i>	Penyakit jamur kuning	
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Busuk batang	

Sumber: Saleh dan Marwoto 2012.

Keperluan pupuk untuk tanaman kacang tanah tergantung kondisi kesuburan lahan/ lokasi. Jika kondisi kesuburan lokasi terpilih cukup memadai dapat dianjurkan dosis lebih rendah dari yang direkomendasikan. Sebaliknya jika dijumpai lahan yang kurang subur dosis dapat ditingkatkan. Hal tersebut untuk menghindari tanaman kacang tanah tumbuh terlalu subur atau tumbuh kurang subur. Berikut adalah dosis rata-rata yang dapat dijadikan acuan.

- Dosis: 75 kg/ha Urea + 150 kg/ha SP36 + 75 kg/ha KCl,
- Pupuk diberikan seluruhnya pada saat tanam pada alur di sisi barisan tanaman, lalu ditutup dengan tanah. Jika terpaksa dapat diberikan 7–10 hari setelah tanam pada alur di sisi barisan tanaman, dan ditutup dengan tanah,
- Sangat dianjurkan untuk pemberian kapur pertanian sebanyak 200 kg/ha guna menyediakan tambahan Ca, sebagai hara esensial saat pembentukan dan pengisian polong.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada petak contoh sebanyak 5 petak contoh untuk lahan seluas 2 ha. Setiap petak contoh sedikitnya terdiri dari sekitar 1000 tanaman. Setiap pengamatan/supervisi dilakukan bersama-sama antara pemulia dan petugas dari BPSBTPH. Pada umumnya pengamatan dilakukan lima kali yakni pada: (1) pertumbuhan vegetatif awal, (2) pertumbuhan vegetatif akhir, (3) berbunga, (4) berpolong, dan (5) panen. Visualisasi kelima fase pengamatan tersebut disajikan pada Gambar 3. Adapun parameter yang diamati adalah sebagai berikut.

1. Pertumbuhan vegetatif awal, meliputi: warna hipokotil, daya tumbuh dan keseragaman tumbuh,

2. Pertumbuhan vegetatif aktif, meliputi: vigor tanaman, tipe tumbuh, karakteristik daun, dan warna batang,
3. Berbunga, meliputi: umur 50% tanaman berbunga (hari) dan karakteristik bunga (warna, tipe matahari, dll),
4. Berpolong, yakni warna ginofor,
5. Panen, meliputi: karakteristik polong, warna biji, bentuk biji, rata-rata jumlah biji/polong, ukuran biji, rendemen benih, dan hasil benih.

Pada Unit Pengelolaan Benih Sumber (UPBS) di Balitkabi kegiatan roughing seperti di atas dilakukan oleh Tim yang dipandu oleh *breeder* dari varietas yang bersangkutan, pada fase-fase pertumbuhan tanaman di atas sehingga dari lapang diyakini akan diperoleh benih yang murni/berkualitas. Dasar dari kegiatan pengamatan benih di lapang adalah deskripsi setiap varietas, yang menyebutkan ciri-ciri/karakter-karakter setiap varietas. Karakter utama yang dapat digunakan dalam pengenalan varietas kacang tanah menurut Kelly (1988) adalah tipe tumbuh, karakter polong (keberadaan pinggang, paruh, bentuk paruh) dan warna kulit ari biji.



Gambar 3. Visualisasi kondisi pertanaman kacang tanah saat pengamatan.
 (A) fase pertumbuhan vegetatif awal, (B) fase pertumbuhan vegetatif aktif,
 (C) fase berbunga, (D) fase berpolong, dan (E) fase panen.

Kegiatan Pascapanen

Panen dan Pengeringan Benih

Nilai ekonomis kacang tanah adalah biji yang terletak di dalam polong dan berada di dalam tanah. Maka dari itu dugaan kemasakan dipertimbangkan melalui umur tanaman (lewat deskripsi) dan dengan mengambil tanaman contoh kemudian dilihat keragaan polongnya. Indikasi polong masak ditandai dengan adanya garis-garis berwarna coklat kehitaman pada sisi bagian dalam kulit polong. Jika 70–80% atau lebih jumlah polong dalam satu tanaman menunjukkan kenampakan demikian, dapat diartikan bahwa tanaman sudah masak, dan panen dapat segera dilakukan. Infeksi/serangan penyakit karat dan bercak daun pada tanaman yang digunakan petani sebagai indikasi tingkat kemasakan tanaman, kurang dapat dibenarkan. Kisaran umur panen dapat bervariasi antara 90–120 hari tergantung varietasnya.

Pemanenan dapat dilakukan secara manual dengan tangan (sistem cabut) atau dengan alat panen (cangkul atau alat panen yang lain). Kondisi kelengasan tanah yang cukup serta jenis tanah menentukan alat/cara panen yang cocok untuk dilakukan. Perontokan dapat dilakukan secara manual dengan tangan segera setelah panen atau digunakan mesin perontok, dan segera dilakukan pengeringan. Pengeringan sebaiknya tidak ditunda karena penimbunan polong yang terlalu lama akan menyebabkan tumpukan benih menjadi panas, respirasi benih berlangsung cepat dan benih akan berkecambah. Sisi lain kelembaban dan panas tinggi tersebut memacu pertumbuhan cendawan *Aspergillus flavus* (Ibiam dan Egwu 2011). Pengeringan benih yang dilakukan dengan cara dijemur di atas lantai semen dapat menghasilkan suhu sekitar 70 °C pada keadaan terik. Pada keadaan demikian penjemuran selama 4–5 hari berpeluang mendapatkan biji dengan kadar air 12%. Pengeringan yang baik ditandai oleh warna polong dan warna biji yang cerah dan bersih, tidak gosong/terbakar.

Sortasi dan Penyimpanan Benih

Kacang tanah mempunyai karakter *indeterminate*, yang berarti tanaman mampu terus berbunga. Pada kacang tanah dari sebagian besar bunga akan dapat terbentuk ginofor atau calon buah. Kesempatan ginofor mencapai dan masuk ke dalam tanah lah yang membatasi kemampuan terbentuknya polong. Perbedaan waktu yang terjadi akan mengakibatkan keragaman kemasakan polong. Maka dari itu dilakukan pembatasan apabila tingkat kemasakan polong dalam satu tanaman mencapai 70–80% berarti umur panen tercapai. Sortasi polong saat panen dapat dilakukan dengan membuang bentuk simpang (*off type*) dan polong yang belum masak yang akan menjadi keriput ketika kering. Di samping itu dalam proses sortasi benih harus dipisahkan dari tercampurnya tangkai-tangkai polong, akar atau kotoran ranting lain yang terbawa.

Benih kacang tanah bersifat higroskopis, meski telah dijemur kering (sampai pada kadar air tertentu) jika tidak disertai dengan perlakuan penyimpanan secara khusus, maka kandungan air benih akan kembali mengikuti tingkat kelembaban ruang di sekitar. Proses metabolisme dan respirasi dalam benih yang tinggi pada keadaan suhu tinggi akan menyebabkan daya tumbuh benih cepat menurun. Benih kacang tanah mudah terinfeksi cendawan, bakteri atau virus. Oleh karena itu, penyimpanan benih kacang tanah dalam bentuk

panjang akan lebih aman untuk penyimpanan jangka menengah atau jangka panjang. Hasil penelitian di bawah ini (Tabel 6) dapat digunakan sebagai gambaran tentang jenis wadah (kemasan) hubungannya dengan kadar air dan mutu fisiologis (daya tumbuh) benih kacang tanah selama tujuh bulan disimpan.

Prinsip penyimpanan benih adalah mempertahankan mutu fisiologis benih dengan menekan kemunduran benih serendah mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi daya simpan benih adalah: (1) Kadar air benih selama penyimpanan, (2) Suhu dan kelembaban ruang simpan, dan (3) Vigor awal benih sebelum disimpan. Di dalam penyimpanan kadar air benih seharusnya kurang dari 14,0% yakni 8–10%, suhu ruang simpan 14–16% dengan kelembaban 50–60%. Suhu yang tinggi akan memacu kemunduran benih sebagai akibat aktivitas biokimia di dalam benih (Welch dan Declouche 1968). Benih dengan vigor awal yang tinggi pada umumnya lebih tahan lama disimpan. Jenis wadah/ kemasan penyimpanan turut mempengaruhi daya tumbuh benih. Tempat/wadah penyimpanan yang kedap udara dapat mempertahankan viabilitas benih lebih lama (Tabel 6). Sampai dengan 3–4 bulan jenis tempat penyimpanan belum berpengaruh, tetapi untuk waktu 6–7 bulan jenis penyimpan yang kedap tampak lebih dapat mempertahankan viabilitas benih.

Tabel 6. Pengaruh waktu dan tempat penyimpanan terhadap kadar air dan daya tumbuh benih kacang tanah.

Lama penyim- panan (bln)	Kaleng		Karung goni	
	Kadar air (%)	Daya tumbuh (%)	Kadar air (%)	Daya tumbuh (%)
0	6,0	99	9,0	100
3	6,2	100	7,0	100
4	6,2	99	7,4	97
5	7,3	95	7,8	90
6	7,5	95	7,9	84
7	7,6	90	8,9	85

Sumber: Sutarto *et al.* 1977.



Gambar 4. Keragaan proses penjemuran dan penyimpanan benih kacang tanah.

Pengujian Benih

Kegiatan ini memegang peranan penting karena akan menentukan kualitas akhir dari benih. Pengujian benih yang utama adalah daya tumbuh benih. Nilai hasil uji daya tum-

buh benih akan menjadi pertimbangan utama dalam menghitung jumlah atau kebutuhan benih dalam suatu satuan luas (Ibiam *et al.* 2011, Kasno *et al.* 1998). Sebagai contoh, apabila kebutuhan benih per hektar sebanyak 125–130 kg polong, dengan daya tumbuh 80% untuk mencapai populasi 100% akan diperlukan jumlah benih $(100/80) \times 125\text{--}130 = 156\text{--}162$ kg.

Uji daya tumbuh dilakukan pada bahan benih murni, dengan empat kali ulangan sedikitnya 100 biji per ulangan, pada kondisi lingkungan yang optimal dengan kisaran suhu 20–30 °C (AOSA 1996, ISTA 1996). Benih dapat dikecambahkan menggunakan berbagai media yakni: pasir, campuran tanah dan pasir, atau kertas.

Sifat Benih dan Faktor yang Mempengaruhi Mutu Benih

Benih pada umumnya, termasuk benih kacang tanah, bersifat unik dimana pada kondisi bebas akan menyerap uap air dari udara sekitar sehingga kelengasan benih akan sama dengan kelengasan sekitar. Kondisi yang demikian ini sangat tidak menguntungkan dalam penyimpanan benih. Benih akan mengalami deteriorasi (kemunduran) yang menyebabkan daya tumbuh/vigor benih cepat menurun (Sastry *et al.* 2007).

Sifat umum benih kacang tanah adalah:

1. Higroskopis, sehingga kadar air biji/benih mengikuti kelembaban di sekelilingnya.
2. Proses metabolisme dan respirasi dalam benih tinggi pada keadaan suhu ruang simpan tinggi yang menyebabkan daya tumbuh cepat menurun.
3. Mudah terinfeksi oleh cendawan, bakteri dan virus karena kulit ari biji tipis.

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu benih kacang tanah adalah:

1. Faktor genetik atau faktor pembawaan (kemurnian benih)
2. Faktor fisiologi dan fisik benih :
 - Tingkat kemasakan benih, mutu benih tertinggi diperoleh pada saat masak fisiologis
 - Tingkat kerusakan mekanis benih
 - Tingkat keusangan (*aging*) benih, yaitu hubungan antara vigor awal benih dan lamanya benih disimpan
 - Patogen pada benih, terutama bakteri layu, virus PstV dan cendawan *Aspergillus flavus* penghasil racun Aflatoksin
 - Ukuran dan berat jenis benih
 - Komposisi kimia benih
3. Faktor lingkungan, meliputi perlakuan teknologi prapanen dan perlakuan teknologi pascapanen. Faktor-faktor penting perlakuan prapanen yang mempengaruhi mutu benih:
 - Musim tanam
 - Kultur teknik
 - Waktu panen
 - Cara panen
 - Cara penimbunan hasil sebelum pengeringan
 - Cara pengeringan

4. Faktor-faktor penting dari perlakuan pascapanen yang mempengaruhi mutu benih :
- Keseragaman dan kesehatan benih sebelum disimpan
 - Cara pengepakan, terutama jenis dan volume kemasan
 - Suhu dan kelembaban tempat penyimpanan
 - Total waktu lama penyimpanan dari saat panen sampai benih ditanam pengguna.

Pemurnian Benih. Faktor utama yang membedakan antara benih (bahan pertanaman) dengan biji (bahan untuk dikonsumsi) salah satunya adalah kemurnian, yang masing-masing klas benih memiliki persyaratan tertentu dan berbeda (Tabel 1). Pada perbenihan tanaman kacang tanah setelah menginjak generasi ke lima perlu dilakukan pemurnian, sama dengan mempertimbangkan bahwa selama lima generasi kemerosotan mutu benih sangat mungkin terjadi. Pemurnian benih dapat dilakukan apabila sumber benih diketahui dan dapat dipertanggungjawabkan. Upaya pemurnian benih pada umumnya ditempuh melalui dua cara, yakni:

1. Teknik Penggaluran

- Diambil contoh benih (biji) sebanyak 5 kg, biji tersebut ditanam secara acak (*bulk*) mengikuti jarak tanam 40 cm x 10 cm, satu biji setiap lubang tanam,
- Dilakukan observasi selama pertumbuhan terhadap sejumlah tanaman dengan penciri/karakter seperti pada deskripsi, seperti: warna epikotil/hipokotil, warna daun, bentuk dan ukuran daun, warna batang dan bunga, tinggi tanaman. Tanaman-tanaman contoh tersebut diberi tanda.
- Pada saat masak, tanaman-tanaman yang bertanda dipanen secara terpisah, diproses per individu tanaman, dijadikan benih. Pada musim berikutnya ditanam tetap dalam kondisi terpisah satu sama lain, benih yang berasal dari satu tanaman ditanam dalam satu baris. Selanjutnya dilakukan observasi terhadap karakter seperti tersebut di atas. Baris tanaman dengan karakter sama diberi tanda atau dilakukan skoring. Pada saat panen dilakukan observasi terhadap penciri polong dan biji.
- Terhadap hasil observasi langkah kedua, hasil polong dari masing-masing baris yang mempunyai penciri fenotipik (pertumbuhan maupun polong) sama dapat digabungkan menjadi satu kelompok benih inti.

2. Teknik Seleksi Massa

Sama dengan teknik yang pertama, penangkar harus mengetahui penciri atau karakter utama secara benar benih dari varietas yang akan dimurnikan. Kemudian dilakukan sampling, sedikitnya 5–10 kg benih masih dalam keadaan polong. Berikutnya dipisahkan setiap benih berdasarkan fenotipik benih, seperti:

- Bentuk atau tipe polong (Valencia atau Spanish), ukuran polong, retikulasi kulit polong, keberadaan pinggang pada polong, keberadaan paruh dan punggung polong, warna kulit ari biji. Dihitung persentase jumlah polong pada masing-masing karakter. Angka-angka tersebut menggambarkan tingkat keragaman yang ada pada benih/varietas yang dimurnikan.
- Kelompok polong terpilih untuk benih kemudian dikupas dan ditanam, digunakan jarak 40 cm x 10 cm, satu biji setiap lubang. Dilakukan observasi terhadap bebe-

rapa karakter pertumbuhan, seperti: tinggi tanaman, bentuk dan ukuran daun, serta warna daun. Jika ditemui bentuk yang sangat menyimpang individu tanaman tersebut dicabut dan dibuang. Pada saat panen dilakukan observasi terhadap karakter polong, benih yang memiliki penciri sama dapat digabungkan. Teknik demikian dapat dilakukan terhadap jumlah yang lebih besar, dengan menggabungkan sejumlah orang yang sejak awal sudah dibekali pengetahuan bagaimana teknik melakukan sortasi terhadap benih yang masih dalam bentuk polong, sesuai dengan deskripsi yang ada.

Keberhasilan langkah satu atau langkah dua sangat dipengaruhi oleh pelaku. Semakin tinggi tingkat pemahaman terhadap benih, hasil akan semakin baik, sehingga pencapaian tingkat keseragaman benih juga semakin baik.

VARIETAS UNGGUL KACANG TANAH

Varietas unggul adalah nama resmi komoditas yang telah disahkan oleh pemerintah melalui SK Menteri Pertanian. Kenaikan produksi atau produktivitas yang berkelanjutan akan lebih bergantung pada keberhasilan pengembangan varietas unggul. Keberadaan varietas makin lama berarah kepada yang lebih baik dengan mengakomodasi kendala-kendala penting yang ada sehingga peran varietas unggul semakin nyata..

Varietas unggul yang dilepas pada kurun 1950–1983 memiliki karakteristik daya hasil tinggi dan tahan terhadap penyakit layu. Sedangkan varietas yang dirakit pada periode berikutnya, selain memiliki daya hasil tinggi dan ketahanan terhadap penyakit layu, juga memiliki ketahanan terhadap penyakit daun (kurun 1987–1991), cekaman abiotik, terutama cekaman kemasaman lahan, kekeringan, pencahayaan dan kahat hara besi di tanah Alfisol alkalis (periode 1992–1998).

Varietas unggul yang dilepas setelah tahun 2000, kecuali Bima, mempunyai ketahanan terhadap infeksi jamur *Aspergillus. flavus* (Suhartina 2007). Varietas Sima, Turangga, dan Domba berbiji tiga per polong (tipe Valencia), sedangkan Kancil, Tuban, dan Bison berbiji dua per polong (tipe Spanish). Umur panen tipe Spanish umumnya lebih genjah dibandingkan umur panen tipe Valencia, namun rata-rata hasilnya lebih rendah (Tabel 7). Varietas Bima adalah salah satu varietas unggul hasil pemutihan terhadap varietas lokal Bima, NTB yang dilepas pada tahun 2001; varietas ini berbiji tiga, agak tahan penyakit layu dengan hasil polong 1,7 t/ha dan kisaran hasil polong 1,6–2,5 t/ha.

Pengenalan Varietas

Sampai dengan tahun 2014 di Indonesia telah dilepas sebanyak 35 varietas unggul kacang tanah. Agar dapat memilih suatu varietas dengan tepat maka pengenalan terhadap suatu varietas sangat perlu. Varietas memiliki ciri-ciri khusus yang menjadi identitasnya, yang umum digunakan adalah karakter kualitatif. Karakter ini menjadi ciri khas karena sangat sedikit dipengaruhi lingkungan. Kesulitan yang terjadi dalam memisahkan varietas yang satu terhadap yang lain adalah karena pada umumnya mereka secara fenotipik mirip (Tabel 7 dan Tabel 8). Mengapa hal demikian terjadi hampir pada semua komoditas palawija Yang pertama karena kesamaan induk (berasal dari satu induk), yang kedua dalam proses seleksi lebih banyak ditekankan kepada karakter-karakter yang disukai pengguna. Seperti yang banyak terjadi di Indonesia, lebih banyak pengguna menginginkan varietas kacang tanah dengan tipe Spanish berbiji dua, warna kulit biji rose. Dengan demikian dalam proses seleksi jika dari populasi yang dihasilkan terdapat galur dengan warna kulit

biji merah maka posisinya akan tergeser. Meski secara umum, kacang tanah tipe Valencia berpeluang lebih tinggi meningkatkan hasil. Karakter utama yang dapat digunakan dalam pengenalan varietas kacang tanah menurut Kelly (1988) adalah:

1. Tipe tumbuh tanaman pada saat berbunga: tegak, semi tegak, menjalar.
2. Bentuk, ukuran dan warna daun. Walau ukuran daun sering berinteraksi dengan kesuburan lahan, namun pada lingkungan yang sama dapat menjadi penciri varietas.
3. Warna batang dan ginofor. Perbedaan warna kedua penciri lebih tegas dan hampir tidak terpengaruh lingkungan. Warna bunga dapat menjadi penciri, tetapi tingkat perbedaannya sangat sedikit.
4. Ada tidaknya pinggang pada polong: tidak berpinggang, sedikit berpinggang, agak berpinggang, berpinggang agak dalam, dan berpinggang sangat dalam.
5. Ada atau tidak adanya paruh/pelatur polong: tanpa paruh, paruh sangat kecil, paruh menonjol, paruh sangat menonjol.
6. Bentuk paruh: lurus atau melengkung.
7. Warna kulit ari biji.

Membedakan varietas satu terhadap yang lain didasarkan pada karakteristik benih, kecambah, organ generatif dan tanaman lengkap di lapang, misalnya warna epikotil, tinggi epikotil, warna hipokotil. Karakteristik kecambah ini digunakan jika karakteristik benih hampir serupa/mirip. Membedakan varietas berdasar organ generatif yang umum adalah warna mahkota bunga, tipe tumbuh, terdapatnya bulu pada batang, tipe pertumbuhan atau bentuk daun. Karakter kualitatif dan kuantitatif penting varietas unggul kacang tanah disajikan pada Tabel 7.

Merakit varietas menjadi tugas utama para pemulia tanaman. Meskipun telah dihasilkan sebanyak 35 varietas unggul kacang tanah hingga tahun 2014, jumlah ini belum terlalu banyak bila dibandingkan dengan varietas unggul padi, jagung, dan kedelai. Masing-masing varietas memiliki kelebihan dan kekurangan tertentu serta memiliki segmen pasar dan preferensi petani tersendiri. Sifat-sifat khusus yang dimiliki varietas-varietas kacang tanah di Indonesia yang telah dilepas hingga tahun 2014 disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Karakter kualitatif dan kuantitatif penting varietas unggul kacang tanah di Indonesia.

Nama varietas	Tipe tumbuh	Warna ginofor	Warna biji	Jumlah biji/ polong	Ukuran biji (g/100 bj)	Umur panen (hst)	Hasil polong (t/ha)
1. Gajah	Tegak	U	Rose	2	53–55	100	1,8
2. Macan	Tegak	U	Rose	2	47–48	100	1,8
3. Banteng	Tegak	U	Rose	2	48–49	100	1,8
4. Kidang	Tegak	U	Merah	2	49–50	100	1,8
5. Tupai	Tegak	U	Merah	2	55–56	95	2,0
6. Pelanduk	Tegak	U	Merah	2	56–57	95	2,0
7. Tapir	Tegak	U	Merah	2	56–57	95	1,9
8. Rusa	Tegak	U	Rose	2	45–46	105	1,9
9. Anoa	Tegak	U	Rose	2	40–45	105	1,8
10. Kelinci	Tegak	H	Rose	4	40–45	95	2,3
11. Jepara	Tegak	U	Rose	2	34–35	90	1,2
12. Landak	Tegak	U	Merah	2	45–46	90	1,8
13. Mahesa	Tegak	HU	Rose	2	40–45	95	2,4
14. Badak	Tegak	U	Rose	4	35–40	95	3,0
15. Komodo	Tegak	U	Rose	2	43–44	90	2,0
16. Biawak	Tegak	U	Rose	2	53–55	90	2,0
17. Trenggiling	Tegak	U	Rose	2	45–46	90	1,8
18. Simpai	Tegak	U	Merah	2	47–48	95	1,9
19. Zebra	Tegak	H	Rose	4	30–35	95	2,4
20. Panther	Tegak	H	Rose	4	30–35	95	2,4
21. Singa	Tegak	H	Rose	4	35–40	100	2,4
22. Jerapah	Tegak	U	Rose	2	40–42	90	1,9
23. Turangga	Tegak	H	Rose	4	30–37	95	2,0
24. Sima	Tegak	H	Rose	4	35–37	95	2,0
25. Kancil	Tegak	U	Rose	2	42–47	90	1,7
26. Bima	Tegak	U	Rose	3	40–45	90	1,7
27. Tuban	Tegak	U	Rose	2	35–38	90	2,2
28. Bison	Tegak	U	Rose	2	43–45	90	2,0
29. Domba	Tegak	H	Rose	3/4	30–40	100	2,1
30. Talam 1	Tegak	U	Rose	2	45–55	90	3,2
31. Hypoma 1	Tegak	U	Rose	2	35–38	91	3,7
32. Hypoma 2	Tegak	U	Rose	2	30–34	90	3,5
33. Takar 1	Tegak	U	Rose	2	60–68	95	4,3
34. Takar 2	Tegak	U	Rose	2	45–49	90	3,8
35. Litbang Garuda 5 ^{*)}	Tegak	U	Rose	2	34–40	86	3,5

Sumber: Balitkabi (2012), ^{*)} SK Menteri Pertanian Rep. Indonesia.

Keterangan: U=Ungu; H=Hijau; HU=hijau keunguan.

Tabel 8. Varietas unggul kacang tanah di Indonesia dan beberapa sifat khusus yang dimiliki.

No.	Nama	Sifat ketahanan terhadap penyakit dan cekaman lingkungan
1.	Gajah	Tahan penyakit layu, Peka penyakit karat dan bercak daun
2.	Macan	Tahan penyakit layu, Peka penyakit karat dan bercak daun
3.	Banteng	Tahan penyakit layu, Peka penyakit karat dan bercak daun
4.	Kidang	Tahan penyakit layu, Peka penyakit karat dan bercak daun
5.	Rusa	Tahan penyakit karat, bercak daun dan layu
6.	Anoa	Tahan penyakit karat, bercak daun dan layu
7.	Tapir	Tahan penyakit layu, Peka penyakit karat, bercak daun dan virus belang
8.	Pelanduk	Tahan penyakit layu, Peka penyakit karat, bercak daun dan virus belang
9.	Tupai	Tahan penyakit layu, Peka penyakit karat, bercak daun dan virus belang
10.	Kelinci	Tahan penyakit karat, Toleran penyakit bercak daun
11.	Jepara	Agak tahan penyakit layu
12.	Landak	Tahan penyakit karat, Agak tahan penyakit layu
13.	Mahesa	Tahan penyakit layu, Agak tahan penyakit karat, Peka penyakit bercak daun
14.	Badak	Toleran penyakit layu, Tahan penyakit karat, Toleran lahan masam
15.	Komodo	Tahan penyakit layu dan karat, Tidak tahan PSTV, Cocok untuk lahan kering
16.	Biawak	Agak tahan penyakit layu dan karat, Tidak tahan PSTV, Cocok untuk lahan kering
17.	Trenggiling	Agak tahan penyakit layu, Tahan karat, Adaptif lahan masam
18.	Simpai	Agak tahan penyakit layu, Tahan karat, Adaptif lahan masam
19.	Zebra	Toleran penyakit bercak daun dan karat, Tanggap input
20.	Panther	Toleran penyakit layu, bercak daun, karat, toleran kekeringan
21.	Singa	Toleran penyakit layu, Tahan penyakit karat, Agak tahan penyakit bercak daun, Toleran kekeringan
22.	Jerapah	Tahan penyakit layu, Toleran penyakit karat, bercak daun, Toleran kekeringan dan lahan masam
23.	Sima	Tahan penyakit layu, Toleran penyakit karat, bercak daun, Toleran kekeringan dan lahan masam, Agak tahan <i>A. flavus</i>
24.	Kancil	Tahan penyakit layu, Toleran penyakit karat, bercak daun, Tahan <i>A. flavus</i>
25.	Turangga	Tahan penyakit layu, Agak tahan penyakit karat, bercak daun, Agak tahan <i>A. flavus</i>
26.	Bima	Agak tahan penyakit layu, 60–70% polong berbiji tiga
27.	Bison	Tahan penyakit layu, Agak tahan penyakit karat, bercak daun, Agak tahan <i>A. flavus</i>
28.	Domba	Tahan penyakit layu, Agak tahan penyakit karat, bercak daun, Agak tahan <i>A. flavus</i>
29.	Tuban	Tahan penyakit layu, Agak tahan <i>A. flavus</i> , Toleran penyakit karat, Toleran penyakit bercak daun, Toleran kekeringan Toleran kahat Fe dan adaptif di Alfisol alkalis
30.	Talam 1	Tahan lahan masam
31.	Takar 1	Tahan penyakit karat daun
32.	Takar 2	Tahan penyakit karat daun
33.	Hypoma 1	Tahan penyakit karat daun, Agak tahan layu bakteri
34.	Hypoma 2	Toleran kekeringan fase generatif, agak tahan layu, agak tahan bercak/karat daun
35.	Litbang Garuda 5 ^{*)}	Tahan cemaran Aflatoksin, Tahan layu bakteri, agak tahan bercak/karat daun, toleran di lahan Alfisol

Sumber: Balitkabi. 2012; *) SK Menteri Pertanian Rep. Indonesia

Pengelolaan Varietas Kacang Tanah

Secara umum pengelolaan varietas tidak berbeda dengan syarat-syarat pengelolaan/perbanyakan benih (di atas). Hal-hal yang perlu diketahui dalam pengelolaan varietas ini adalah:

1. Jaminan kebenaran nama varietas.
2. Kejelasan sumber varietas.
3. Legalitas sumber varietas.
4. Tingkat kemurnian dan varietas asal.
5. Menanam pada bekas jenis tanaman lain, *bukan* di lahan bekas kacang tanah.
6. Menanam dengan jarak teratur, dan memperhatikan jarak isolasi tanaman.
7. Penanganan pascapanen harus dihindarkan dari varietas lain.
8. Mencabut atau membuang jenis tanaman atau varietas lain (*rouging*).
9. Secara periodik kemurnian perlu diperbaiki melalui langkah-langkah penggaluran, untuk mendapatkan kembali benih inti.

Persyaratan 1–4 akan selalu tertera pada setiap label benih, terutama benih penjenis (BS) dan benih dasar (FS). Dengan diperoleh persyaratan 1–4 tersebut di atas selanjutnya dapat diikuti prosedur produksi benih yang telah disebut di atas. Apabila suatu varietas diperkirakan sudah memerlukan tindakan pemurnian maka dapat diikuti prosedur/ langkah-langkah pemurnian benih di atas.

PENUTUP

Tingginya tuntutan terhadap kacang tanah, baik kualitas maupun kuantitas, perlu ditanggapi dengan pemanfaatan secara lebih baik varietas-varietas unggul baru yang sudah ada melalui program diseminasi, sosialisasi varietas, dan penyediaan benihnya. Tingkat pengelolaan varietas yang hampir seratus persen berkorelasi dengan mutu hasil perlu mendapat perhatian sungguh-sungguh. Kemurnian genetik yang dipadu dengan pengelolaan lingkungan tumbuh optimum akan dihasilkan benih yang berkualitas. Di sisi lain, benih yang bermutu dan murni adalah kesuksesan awal usahatani.

Benih sama pentingnya dengan varietas. Sifat kleistogam pada tanaman kacang tanah yang memungkinkan kacang tanah ditanam berulang kali perlu lebih dimanfaatkan sebaik-baiknya dengan tetap menjaga kemurnian benih dari pencemaran varietas lain yang terjadi secara fisik. Untuk menghasilkan benih sumber kacang tanah bermutu tinggi perlu mengikuti prosedur baku sejak prapanen hingga pascapanen.

DAFTAR PUSTAKA

- AOSA. 1996. Rules for testing seeds. J. of Seed Tech. 16 (3): 1B.113p
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2012. Deskripsi Varietas Unggul Kacangkacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Direktorat Jendral Pertanian Tanaman Pangan Direktorat Bina Produksi Padi dan Palawija Sub Direktorat pengawasan Mutu dan Sertifikasi Benih. 1991. Petunjuk Pengawas Benih. Jakarta.
- Hidajat, J.R., S. Kartaatmadja, dan S.A. Rais. 1999. Teknik Produksi Benih Kacang Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 54p.

- Hidayat, J.R. 2005. Paradigma baru dalam pengelolaan benih sumber tanaman pangan. Prosiding seminar nasional perbenihan III. Fakultas Pertanian Univ. Gajah Mada. Yogyakarta 10 September 2005. 15p.
- Ibiam, O.F.A. and B.N. Egwu. 2011. Post harvest seed-borne diseases associated with the seed of three varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L) Nwakara, kaki, and Campalla. Agric. and Biol. J. of Nort America. 4pp.
- ISTA. 1996. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology 21: 1B. 288p.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, dan J. Purnomo. 1998. Teknik produksi benih kacang tanah. Hlm. 26–42 Dalam A. Harsono, N. Nugrahaeni, A. Taufiq dan A. Winarto (peny.). Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Kacang Tanah. Edisi Khusus Balitkabi No. 12.
- Kelly, A.F. 1988. Seed Production of Agriculture Crops. Longman Group Internet. New York. 227p.
- Mc Donald, M.B. 2004. Standardization of seed vigor test. Department of horticulture and crops science, Ohio state university. 200–208 p
- Natarajan, S. 1996, Influence of season and provenance on quality of groundnut seed. M.Sc. (Agri.) thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore.
- Ndjeunga, J, B.R. Ntare, F. Waliyar, and M. Ramouch. 2006. Groundnut seed systems in Africa. CFC Technical paper. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics. 232 p.
- Nigam, S.N., D.Y. Giri, and A.G.S. Reddy. 2004. Groundnut seed production Manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics. 32 p.
- Permentan RI, No. 02/Permentan/SR.120/1/2014.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1993. Risalah Seminar Puslitbang Tanaman Pangan April 1992 – Maret 1993. M. Syam. *et al.* (Eds.). 170 hlm.
- Saenong, S. 1987. Mutu benih, cara peningkatan dan mempertahankan mutu benih serta pengujian benih. Hlm 151–164. Dalam A. Djauhari, M. Syam, A. H. Malian dan M.G. van der Veen (peny.). Latihan Metode Penelitian Teknik Budidaya Tanaman Pangan dan Industri. Maros, Sulawesi Selatan.
- Saenong, S., Syafrudin, R. Arief, Soenartiningih dan A. Kasno. Teknik produksi benih kacang tanah, hlm. 273–285. Dalam Kasno, A. Winarto dan Sunardi (*penyunting*). Kacang tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Saleh, N., dan Marwoto, 2012. Hama dan penyakit utama kacang tanah dan pengendaliannya. Makalah narasumber pelatihan perbenihan kacang tanah. 41p.
- Sastry, D.V.S.R., H.D. Upadhyaya, and C.L.L. Gowda. 2007. Survival of groundnut seeds under different storage conditions. Semi Arid Journal. International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics (ICRISAT) Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. 3p.
- Sutarto, I.V., Harnoto dan Sri Astuti Rais. 1988. Kacang tanah. Bull. Tehnik. No. 2. Badan Litbang Pertanian. Balittan Bogor. 47 p.
- Welch, G.B. and J.C. Delouche. 1968. Seed processing and storage facilities for tropical areas. Paper presented at the Both Annual Meeting American Society of Agricultural Engineering. Saskatoon, Saskatchewan. Paper No. 67–318. 21p.
- Yaw, A.J., A. Ricard, S. Kantanka, Osei; A. Dapaah, and Hans Kofi. 2008. Inheritance of fresh seed dormancy in groundnut. African J of Biotech. 7 (4): 421–424.

PROSPEK BIO-INDUSTRI KACANG TANAH DI INDONESIA

Didik Harnowo, Fachrur Rozi dan Astanto Kasno

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

PENDAHULUAN

Bio-industri adalah sistem pertanian yang mengelola dan memanfaatkan secara optimal seluruh sumberdaya hayati termasuk biomasa dan/atau limbah organik pertanian bagi kesejahteraan masyarakat dalam suatu ekosistem secara harmonis. Tampak bahwa bio-industri dapat dipandang sebagai industri yang berbasis biologis (tanaman dan hewan). Secara struktural, bio-industri terdiri dari tiga sektor yang saling bergantung, yaitu (i) sektor masukan, yang ditangani oleh berbagai industri hulu yang memasok bahan masukan kepada sektor produksi, (ii) sektor produksi (farm), yang menangani berbagai jenis usahatani yang menghasilkan produk-produk bio-ekonomik, dan (iii) sektor keluaran, yang menangani berbagai industri hilir yang mengubah hasil usahatani menjadi produk konsumsi awetan/olahan dan yang menyalurkan produk ini melalui sistem pemasaran kepada konsumen (Downey dan Erickson 1989, dalam Sumarno 1996). Faktor biologis yaitu tanaman dan hewan disebut sebagai agro, maka bio-industri menjadi agro-industri (industri dibidang pertanian secara keseluruhan).

Agro-industri terdiri atas kegiatan agro-industri hulu dan hilir. Agro-industri hulu menghasilkan bahan-bahan dan peralatan pertanian, sedangkan agro-industri hilir mengolah hasil pertanian menjadi hasil final yang dapat langsung dikonsumsi manusia. Di dalam kegiatan agroindustri dipengaruhi oleh kondisi spesifik wilayah, mencakup bio-fisik, ekonomi, dan sosial. Juga pada agro-industri terintegrasi faktor produksi (lahan), tenaga kerja, modal dan teknologi/manajemen. Jadi, bio industri yang merupakan implementasi dari agro-industri merupakan suatu industri yang kompleks dan berstruktur vertikal, setiap komponen terpisah/independen tetapi dalam arti yang luas saling tergantung membentuk sebuah sistem komoditas (misal kacang tanah). Oleh karena itu, pengambilan keputusan yang baik memerlukan pengertian tentang keseluruhan struktur industri dan harus mampu memahami titik sentral dari berbagai bagian yang relevan dari berbagai bagian sistem struktural. Kelangsungan hidup sebuah industri komoditas dapat dilacak dari kelangsungan hidup perusahaan yang membentuk industri tersebut.

Bio-industri kacang tanah saat ini tergolong maju, namun masih prospektif untuk dikembangkan lebih lanjut, sejalan dengan pengembangan agrobisnis di Indonesia.

USAHATANI KACANG TANAH SEBAGAI PERTANIAN PRIMER

Luas tanam kacang tanah fluktuatif, berkisar antara 500.000 ha hingga 660.000 ha pada periode 2007–2013 (Tabel 1). Sekitar 60% kacang tanah ditanam di lahan kering dan sisanya di lahan sawah tadah hujan. Daerah yang biasa ditanami kacang tanah dengan luas di atas 10.000 ha, produksi dan produktivitasnya tertera pada Tabel 1. Luas tanam mengalami penurunan pada periode tahun 2007–2013. Produksi kacang tanah mengikuti produktivitasnya, kecuali tahun 2013 mengalami peningkatan produktivitas yang tajam mencapai 1,743 t/ha. Hal ini mungkin karena penggunaan teknologi produksi maju, dan harga yang menarik (Tabel 2). Kenaikan harga kacang tanah tahun 2013 terhadap tahun 2012 sebesar 12,4%. Rentang harga kacang tanah tahun 2013 antara Rp12.378 hingga Rp24.519 dengan rata-rata Rp18.984 (Tabel 2).

Menurut Hidayat *et al* (1993) dan Rozi *et al.* (2005), biaya produksi terdiri atas biaya tenaga kerja, dan biaya sarana produksi. Penggunaan tenaga kerja dalam proses produksi antara 138–198 HOK (hari orang kerja) atau 51% dari total biaya produksi: meliputi penyiapan lahan (25–59 HOK), tanam (15–20 HOK), penyiangan (20–30 HOK), aplikasi pupuk (10 HOK), aplikasi pestisida (6–10 HOK), panen dan perontokan (32–40 HOK). Sarana Produksi terdiri atas benih (90–100 kg/ha), pupuk (168–175 kg/ha), pestisida (2–7 kg/ha), pupuk kandang (500–1000 kg/ha), atau 49% dari total biaya produksi. Dari 49% biaya sarana produksi, 30% digunakan untuk keperluan benih. Dengan komposisi biaya tersebut, B/C rasio antara 3,38–3,5.

Tabel 1. Rata-rata luas tanam, produksi dan produktivitas kacang tanah di 12 propinsi sentra produksi di Indonesia periode tahun 2007–2013.

Provinsi	Parameter	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Sumut	L. tanam (ha)	17 694	16 626	14 294	14 520	11 417	10 154	11 357
	Produksi (t)	20 329	19 316	16 771	16 449	12 110	12 074	13 651
	Provitas (t/ha)	1,149	1,162	1,173	1,133	1,061	1,189	1,202
Lampung	-sda-	10 698	10 316	8 667	13 967	13 211	8 420	8 089
	-sda-	12 756	13 088	11090	17 617	16 913	10 694	10 378
	-sda-	1,192	1,269	1,280	1,261	1,280	1,270	1,286
Jawa Barat	-sda-	63 922	54 103	61 498	67 901	51 570	53 569	54 276
	-sda-	91 439	78 512	89 454	99 058	78 241	76 574	91 346
	-sda-	1,430	1,451	1,455	1,459	1,517	1,449	1,683
Banten	-sda-	13 715	12 299	12 971	13 862	10 716	10 727	9 251
	-sda-	18 171	16 319	19 782	20 381	14 482	11 691	12 785
	-sda-	1,325	1,327	1,525	1,470	1,351	1,089	1,382
Jawa Tengah	-sda-	139 250	135 270	124 178	119 565	100 348	105 679	93 019
	-sda-	174 438	171 385	162 430	161 222	133 985	143 687	181 945
	-sda-	1,253	1,267	1,308	1,348	1,335	1,360	1,956
D.I. Yogyakarta	-sda-	66 527	64 087	62 539	58 780	59 053	60 725	65 026
	-sda-	56 667	63 240	65 893	58 918	60 469	62 901	69 578
	-sda-	0,852	0,987	1,054	1,002	1,024	1,036	1,070
Jawa Timur	-sda-	167 324	170 437	180 557	172 550	163 278	163 513	149 458
	-sda-	196 886	202 345	216 474	207 796	191 197	11 616	160 892
	-sda-	1,177	1,187	1,199	1,204	1,171	1,307	1,076
Bali	-sda-	13 732	12 247	11 902	10 397	10 290	9 572	8 236
	-sda-	19 077	16 592	15 583	11 582	11 162	11 616	10 765
	-sda-	1,389	1,355	1,309	1,114	1,085	1,214	1,307
N T B	-sda-	25 488	25 541	28 750	25 044	28 514	25 508	30 761
	-sda-	32 913	32 348	38 615	33 666	37 806	38 890	60 445
	-sda-	1,291	1,267	1,343	1,344	1,326	1,525	1,965
N T T	-sda-	18 517	21 894	18 396	16 574	19 461	19 694	14 005
	-sda-	21353	25 678	22 465	20 069	23 721	21 563	16 158
	-sda-	1,153	1,173	1,221	1,211	1,219	1,095	1,155
Kalimantan Selatan	-sda-	15 843	14 161	13 051	12 270	10 946	10 162	8 966
	-sda-	18 214	16 476	15 221	14 445	13 466	12 377	11 028
	-sda-	1,150	1,163	1,166	1,177	1,230	1,218	1,230
Sulawesi Selatan	-sda-	34 011	30 690	25 785	30 528	18 106	23 351	20 696
	-sda-	39 740	36 269	32 331	41 898	26 931	27 402	45 552
	-sda-	1,168	1,182	1,254	1,372	1,487	1,173	2,201
Indonesia L.tanam (ha)		660 480	633 922	622 616	620 563	561 866	559 538	520 621
Produksi (t)		789 089	770 054	777 888	779 228	698 982	712 857	907 442
Produktivitas (kw/ha)		11,95	12,15	12,49	12,56	12,44	12,74	17,43

Sumber: Badan Pusat Statistik (2013) dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2012);
Keterangan: l) Kualitas produksi biji kering (ton); L. tanam = luas tanam.

Tabel 2. Harga (Rp/kg) rata-rata kacang Tanah (ose) di tingkat konsumen di ibukota propinsi sentra produksi kacang tanah, tahun 2009–2013.

Kota	Tahun					Pertumbuhan 2013 atas 2012
	2009	2010	2011	2012	2013	
Medan	12.409	13.140	13.942	15.039	19.461	29,41
Bandar	13.000	13.455	15.073	16.848	17.932	6,43
Bandung	13.191	14.193	17.068	17.560	20.421	16,30
Banten	12.865	13.772	16.257	17.280	19.249	11,39
Semarang	12.235	13.493	15.564	16.637	17.637	6,01
Yogyakarta	11.857	13.016	11.989	10.627	12.378	16,48
Surabaya	11.687	12.926	15.567	16.025	20.424	27,45
Denpasar	12.000	12.976	16.184	16.787	18.356	9,35
Mataram	11.624	12.925	15.042	15.979	16.841	5,40
Kupang	12.359	13.596	15.214	19.874	20.000	0,63
Banjarmasin	12.981	13.810	16.189	15.562	15.935	2,40
Makasar	13.286	14.162	16.307	16.604	18.025	8,55
Jakarta	13.439	13.700	15.606	16.798	18.805	11,95
Indonesia	13.196	14.293	16.334	16.886	18.984	12,42

Sumber : Kementerian Perdagangan diolah oleh Pusdatin. Statistik Pertanian 2013 data hingga bulan September 2013.

Meskipun terjadi kenaikan upah tenaga kerja dan harga sarana produksi usahatani kacang tanah pada tahun 2013 dibanding tahun 2012, sehingga mengalami peningkatan biaya masukan, namun B/C rasio tetap naik karena terjadi peningkatan produktivitas, usaha tani kacang tanah tetap memberikan keuntungan (Tabel 3).

Tabel 3 . Analisis usahatani kacang tanah di Indonesia.

Tahun	Upah (Rp)	Bahan (Rp)	Biaya (C) (Rp)	Hasil Biji kg/ha	Harga (Rp/kg)	Pendapatan Kotor (Rp)	Keuntungan (B) (Rp)	B/C
2012	6.760.000	2.312.000	9.072.000	1.244	16.886	21.006.184	9.666.184	1,06
2013	8.365.000	2.861.100	11.226.100	1.274	18.984	24.185.616	12.959.516	1,15

Sumber: BPS (2005, data diolah kembali).

Selain itu, nilai tukar petani (NTP) kacang tanah di 12 provinsi sentra produksi kacang tanah di Indonesia umumnya positif, kecuali Sumatera Utara (Sumut), dan Nusa Tenggara Barat memiliki nilai NTP yang rendah. NTP dapat ditingkatkan melalui aplikasi teknologi produksi yang dapat meningkatkan produktivitas dan produksi kacang tanah (Tabel 4).

Tabel. 4. Nilai Tukar Petani (NTP) kacang tanah di 12 propinsi sentra produksi periode 2011–2013

Provinsi	Tahun									Pertumbuhan 2012 atas 2011 (%)
	2011			2012			2013*)			
	IT	IB	NTP	IT	IB	NTP	IT	IB	NTP	
Sumut	138,20	133,64	106,77	140,81	138,23	105,97	146,60	147,14	99,66	-0.75
Jabar	144,18	137,42	105,76	154,31	142,49	108,65	165,65	151,41	109,42	2.74
Jateng	136,91	130,58	106,21	143,50	136,54	107,99	154,07	145,85	105,63	1.68
D I Y	146,00	126,83	114,63	151,81	130,78	117,96	162,02	138,60	116,90	2,90
Jatim	139,26	136,99	103,80	145,95	143,36	106,50	157,71	153,61	102,66	2.60
Banten	139,74	133,33	106,44	147,92	137,12	109,88	157,47	143,54	109,70	3,23
Lampung	154,72	127,35	121,03	163,59	130,69	126,99	173,36	138,96	124,75	4.92
Bali	137,99	129,54	107,39	144,64	133,69	108,71	150,97	140,81	107,22	1,23
NTB	128,41	133,56	98,60	131,28	137,64	99,14	135,52	143,73	94,30	0.55
NTT	138,98	135,98	103,38	144,36	141,54	105,24	149,01	150,03	99,34	1,79
Kalsel	141,48	130,51	109,54	144,71	133,96	111,06	148,44	140,47	105,63	1.29
Sulsel	142,42	132,99	106,97	147,73	136,85	110,29	154,60	143,92	107,44	3,10
Nasional	138,90	132,81	104,58	144,75	137,79	105,06	143,61	148,01	104,99	0,46

*) Data sampai dengan bulan September 2013

Keterangan : IT : Indeks harga yang diterima petani; IB : Indeks harga yang dibayar petani; NTP: Nilai Tukar Petani = (IT/IB) * 100%.

Sumber: Statistik Pertanian 2013.

Hasil olahan kacang tanah lebih banyak di ekspor ke manca negara. Ekspor kacang tanah tahun 2012 memiliki nilai pertumbuhan negatif, yang berarti kebutuhan bio-industri kacang tanah segar belum dapat memenuhi permintaan, atau pabrik bekerja di bawah kapasitas produksinya (Tabel 5).

Tabel 5. Volume dan nilai ekspor kacang tanah, periode 2008 – 2012.

No.	Jenis Produk	Tahun (ton)				
		2008	2009	2010	2011	2012
1	Kacang Tanah Segar	8.196	4.922	4.052	4.210	2.246
2	Kacang Tanah Olahan	2.438	2.610	3.669	3.474	4.592
Jumlah		812.290	786.627	892.454	807.265	234.274

Sumber: BPS, diolah Pusdatin (2013).

USAHA PERTANIAN HULU

Benih memegang peranan utama dalam usahatani kacang tanah, dimana 30% biaya sarana produksi digunakan untuk benih. Benih tersebut diusahakan oleh petani sendiri, dan kurang dari 1% benih kacang tanah bersertifikat (merah jambu) digunakan petani (Nugraha 1995). Hal tersebut merupakan indikasi bahwa penangkar benih belum memberikan kontribusi signifikan pada usaha tani kacang tanah dewasa ini (Dwi Kelinci 2005).

Tabel 6. Produksi benih kacang tanah (kg) kelas benih sebar (BR) periode 2008–2012

No	Provinsi	Tahun					Pertumbuhan. 2012 atas 2011
		2008	2009	2010	2011	2012	
1	Aceh		182,40	776,00	21,00	244,00	91,39
2	Sumatera Utara	–	–	1.175,00	–	–	–
3	Sumatera Barat	28,00	2,25	93,52	1,60	2,00	20,00
4	Riau	–	–	–	1,03	9,63	85,87
5	Jambi		3,75	3,00	1,40	12,00	88,33
6	Sumatera Selatan	–	6,00	–	–	50,00	–
7	Kepulauan Babel	31,50	–	–	–	–	–
8	Bengkulu	4,80	–	–	0,65	4,00	83,75
9	Lampung	–	–	64,10	–	1,00	–
10	DKI Jakarta	–	–	–	–	–	–
11	Jawa Barat	–	2,10	0,70	235,45	150,00	–56,97
12	Banten	0,80	–	–	7,00	–	–
13	Jawa Tengah	85,11	0,70	1.314,44	2.125,87	105,00	–19,25
14	DI Yogyakarta	–	–	–	0,60	–	–
15	Jawa Timur	–	295,36	562,46	449,68	267,00	–68,42
16	Bali	1,50	12,00	10,00	4,11	1,50	–1,74
17	Nusa Tenggara Barat	–	68,10	106,18	–	84,38	–
18	Nusa Tenggara Timur	–	–	–	–	–	–
19	Kalimantan Barat	–	–	–	–	–	–
20	Kalimantan Tengah	–	92,61	–	–	–	–
21	Kalimantan Selatan	2,15	1,00	–	8,50	7,70	–12,34
22	Kalimantan Timur	–	–	–	12,50	5,00	–60,00
23	Sulawesi Utara	–	28,00	100,00	31,20	2,30	–92,63
24	Grontalo	0,25	–	–	–	–	–
25	Sulawesi Tengah	–	–	120,00	0,40	–	–100,00
26	Sulawesi Selatan	–	7,00	1.938,10	750,00	102,20	–86,37
27	Sulawesi Barat	10,00	–	–	–	–	–
28	Sulawesi Tenggara	6,00	5,40	–	0,70	–	–100,00
29	Maluku	–	–	–	2,20	–	–100,00
30	Maluku Utara	–	–	–	–	–	–
31	Papua		31,00	–	4,80	24,00	400,00
32	Papua Barat	–	–	0,90	–	0,60	–
Indonesia		170,11	737,67	6.264,39	3.658,69	1.072,30	–70,69

Sumber : Badan Pusat Statistik dan Pusdatin (2013).

Produksi benih kacang tanah dari tahun 2008 hingga 2012 dilakukan di 33 daerah di Indonesia (Tabel 6). Hal tersebut mengisyaratkan bahwa varietas kacang tanah juga telah menyebar di daerah-daerah tersebut. Varietas kacang tanah yang ditanam petani tertera pada Tabel 7.

Kacang tanah varietas lokal masih banyak ditanam petani, diikuti varietas unggul lama, dan penanaman varietas unggul baru kurang dari 10%. Hal tersebut karena benih belum sampai ke petani. Kacang tanah yang memiliki warna biji merah muda dan berisi dua dengan ukuran sedang, paling banyak ditanam petani (Tabel 7).

Tabel 7. Penyebaran benih varietas lokal dan varietas unggul kacang tanah di seluruh Indonesia tahun 2010

No	Varietas	Benih (ton)	%	Tipe	Warna biji
1	Lokal	75.235	37,99	Spanish	Rose
2	Gajah	46.830	22,14	Spanish	Rose
3	Kelinci	24.820	12,53	Valencia	Rose
4	Galur lain	17.621	8,89	Spanish	Rose
5	Kidang	9.374	4,73	Spanish	Merah
6	Macan	7.179	3,63	Spanish	Rose
7	Jepara	4.214	2,13	Spanish	Rose
8	Jerapah	2.884	1,46	Spanish	Rose
9	Bima	2.854	1,46	Valencia	Rose
10	Banteng	1.798	0,91	Spanish	Rose
11	Kancil	1.457	0,74	Spanish	Rose
12	Badak	1.265	0,64	Valencia	Rose
13	Singa	852	0,43	Valencia	Rose
14	Tupai	600	0,30	Spanish	Merah
15	Pelanduk	423	0,36	Spanish	Rose
16	Turangga	215	0,11	Valencia	Rose
17	Tapir	155	0,08	Spanish	Rose
18	Rusa	109	0,06	Spanish	Ungu
19	Panter	80	0,04	Valencia	Rose
20	Anoa	35	0,02	Spanish	Rose
21	Sima	7	0,004	Valencia	Rose
Σ Tipe Spanish		195.275	86,25		
Σ Tipe Valencia		2.732	13,75		
Σ Biji Warna Rose		196.924	94,91		
Σ Biji Warna Merah/ungu		1.083	5,09		
Jumlah		198.007	100		

Sumber: Dirjentan (2012); % dari jumlah benih.

USAHA PERTANIAN HILIR

Permintaan kacang tanah terbesar adalah untuk industri pangan berupa polong kering untuk kacang ose dan untuk kacang sangrai. Kebutuhan kacang ose untuk industri saat ini 50.000–150.000 ton, dan 30.000–60.000 ton polong segar untuk kacang garing. Indonesia diperkirakan membutuhkan kacang tanah polong segar antara 150.000–300.000 ton (Dwi Kelinci 2005) dimana Garuda Group membutuhkan 500 ton polong segar per hari (Garuda Group 1995).

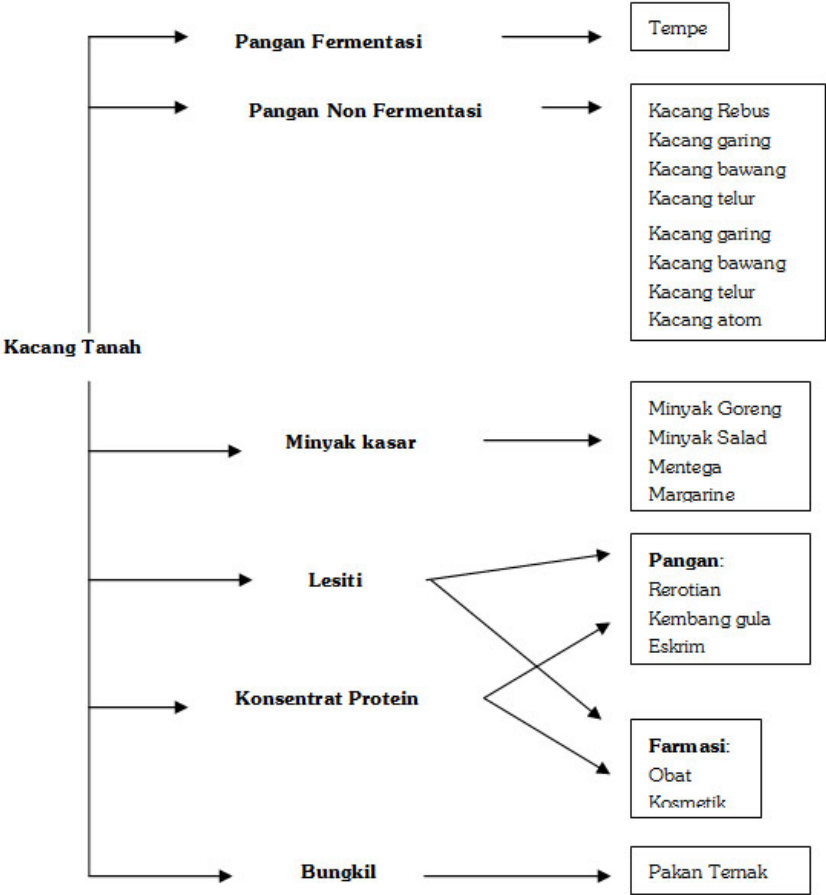
Industri ternak (unggas) merupakan usaha hilir yang banyak menggunakan bungkil kacang tanah dalam pembuatan pakan dengan proporsi 15–20% dari komposisi pakan. Keterkaitan bio-industri hilir kacang tanah terlihat pada Gambar 1.

PROSPEK DAN ARAH PENGEMBANGAN

Sistem pertanian bio-industri hilir *kacang tanah* dapat dibedakan ke dalam skala kecil, menengah, dan besar. Sistem bio-industri skala kecil atau industri rumahan, antara lain

memproduksi enting-enting, kacang goreng pasir,dan kacang rebus. Industri menengah memproduksi kacang bawang, kacang telur dan kacang atom. Industri besar seperti Garuda Group dan Dwi Kelinci melakukan industri hilir aneka produk kacang tanah (kacang garing, kacang telur, kacang atom dll). Agribisnis kacang tanah skala besar hanya terlibat dalam industri hilir saja. Industri hulu pada kacang tanah dilakukan oleh petani kacang tanah secara mandiri atau berkelompok atau bersama-sama dengan peternak (ruminansia). Peternak skala kecil (ruminansia) biasanya menggunakan biomasa kacang tanah untuk pakan, meskipun tidak menanam kacang tanah. Pada tahun 2013, harga borongan brangkasan kacang tanah saat panen di Tuban (Jawa Timur) adalah Rp 2 juta/ha, di Purworejo (Jawa Tengah) seharga Rp6.000,- setiap ikat (1 ikat = 10 kg brangkasan segar).

Pelaku bio-industri skala kecil biasanya bermitra dengan pelaku agribisnis skala besar. Kemitraan ini biasanya diikat dengan kontrak. Dengan sistem ini, petani mendapat bantuan modal berupa sarana produksi dan sering pula biaya produksi. Selain itu, petani mendapat bimbingan teknik produksi, pelatihan standarisasi mutu produk, dan pameran jenis produk. Hal tersebut memberikan indikasi bahwa peluang pengembangan bio-industri kacang tanah di Indonesia masih cukup besar.



Gambar 1. Bio-industri hilir kacang tanah

Potensi Penggunaan/Utilisasi

Bio-industri kacang tanah meliputi bio-industri hulu dan bio-industri hilir. Bio-industri hulu merupakan industri primer yang menghasilkan polong basah/segar atau polong kering dan biji kering. Bio-industri hulu sebagai industri primer dilakukan oleh petani kacang tanah. Bio-industri kacang tanah skala kecil-menengah dengan produk berupa kacang rebus, kacang garing, kacang bawang, kacang telur, enting-enting, gula kacang, dan bumbu pecel dengan kemasan sederhana. Sebaliknya, bio-industri kacang tanah skala besar dilakukan oleh pengusaha besar, dengan produk berupa kacang garing, kacang atom, kacang telur, kacang rahayu, kacang coklat, kacang roti, dll, yang dikemas bagus. Bio-industri kacang tanah skala besar umumnya hanya mengolah kacang tanah saja, atau tidak mengelola usahatani (farming). Pelaku bio-industri kecil dan besar sering kali melakukan kemitraan. Pelaku bio-industri kecil mendapatkan bantuan modal usaha berupa input usahatani, dan pelaku bio-industri besar mendapat kacang tanah sebagai bahan baku industri dengan harga yang disepakati dalam kemitraan.

Permintaan kacang tanah terbesar adalah untuk bio-industri pangan dan berupa polong kering untuk kacang ose dan kacang sangrai. Industri ternak (unggas) merupakan usaha hilir yang banyak menggunakan bungkil kacang tanah dalam pembuatan pakan dengan proposisi 15–20% dari komposisi pakan. Gambaran tersebut memberikan indikasi bahwa bio-industri kacang tanah dari skala kecil hingga besar dapat berjalan bersama-sama dan masing-masing memiliki segmen pasar, serta saling mengisi atau melengkapi. Kondisi tersebut cukup kondusif dan indikatif bahwa bio-industri kacang tanah ke depan prospektif dan berkelanjutan.

Potensi Lahan

Pertanaman kacang tanah di lahan kering sekitar 60% dan 40% sisanya di lahan sawah sesudah padi pertama atau padi kedua. Sumbangan kacang tanah terhadap pendapatan petani mencapai 65% dari pendapatan total (Heriyanto dan Subagyo 1995). Luas tanam kacang tanah lahan kering berkurang 6,96% pada tahun 2013 dari luas panen tahun 2012 (Tabel 1).

Pulau Jawa konsisten memberikan kontribusi terbesar, rata-rata di atas 60% dan selalu meningkat dalam periode 2009–2013. Pada periode tersebut, semua daerah produksi kacang tanah di Pulau Jawa mengalami peningkatan luas tanam, kecuali di Jawa Barat. Jawa Timur dan Jawa Tengah konsisten memberikan kontribusi luas tanam yang signifikan.

Potensi Pengembangan

Potensi pengembangan/perluasan areal kacang tanah adalah tumpang-sari kacang tanah pada kebun kelapa sawit muda. Bila dari 1,5 juta ha lahan kebun sawit di Kalimantan, Sumatera dan Papua, 1% dari luas tersebut dapat digunakan untuk tumpang-sari dengan kacang tanah, maka penambahan luas tanam 100.000 ha bukan sesuatu yang tidak mungkin. Bagi kebun sawit, budidaya kacang tanah memberikan keuntungan dalam hal pengendalian gulma dan tambahan penghasilan bagi tenaga kerja kontrakan/musiman. Peremajaan kebun karet tua (berumur >25 tahun) di Jambi seluas 19.500 ha dan di Lampung Timur seluas 6.000 ha berpeluang untuk ditumpang-sari dengan kacang tanah, masing-masing selama 4–5 tahun untuk kebun sawit dan 6–7 tahun untuk kebun karet.

Perkembangan Konsumsi

Secara tradisional kacang tanah lebih dikenal sebagai sumber minyak (47,2%) dan protein nabati (30,4%). Peranan tersebut dalam peredaran dunia masing-masing menempati peringkat keempat dan ketiga (Maesen dan Somaatmadja 1994). Sebagai bahan pangan, kacang tanah mengandung kalori tertinggi di antara aneka tanaman kacang (Maesen dan Somaatmadja 1994). Konsumsi kacang tanah per kapita per tahun terus meningkat rata-rata 0,40 kg selama periode 2007–2010 (Tabel 8, 10). Kebutuhan konsumsi kacang tanah sesungguhnya telah dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri. Namun permintaan kacang tanah tidak hanya untuk konsumsi, tetapi juga untuk industri pangan, pakan dan ekspor, sehingga total permintaan belum dapat dicukupi oleh produksi dalam negeri (Tabel 9).

Tabel 8. Konsumsi kacang tanah per kapita per tahun

Tahun	Konsumsi (kg/kapita/tahun)
2007	0,469
2008	0,365
2009	0,365
2010	0,417
2011	0,251*
Rata-rata	0,405 (2007–2010)

*) angka sementara tahun ybs.

Tabel 9. Neraca produksi, permintaan dan impor kacang tanah pada periode tahun 1993– 2005

Tahun	Produksi (t)	Permintaan (t)	Impor (t)	Ekspor (t)	Net Impor (t)
1993	639.708	639.496	14.620	528	14.092
1994	632.971	746.000	50.390	196	50.194
1995	760.148	762.000	96.550	103	96.447
1996	737.818	837.011	54.592	418	54.194
1997	688.345	872.213	108.097	751	108.151
1998	692.357	880.282	150.902	1.552	159.350
1999	659.586	750.506	93.542	285	93.257
2000	736.517	773.936	234.069	29.201	204.868
2001	709.770	847.479	198.033	2.794	195.239
2002	718.071	826.560	71.258	8.440	62.818
2003	724.400	874.224	117.652	3.302	114.350
2004	837.945	895.404	111.284	332	110.952
2005	929.000	917.789	118.758	1.968	116.790

Sumber: Sumarno dan Manwan (1992); Manurung (2002); BPS (2004).

Semenjak 1993 sebenarnya Indonesia sudah menjadi net importir kacang tanah, dan dalam sepuluh tahun terakhir ini besarnya impor telah menembus 100.000 ton/tahun. Menurut Gaybita (1996) Indonesia termasuk net importir kacang tanah terbesar dunia. Impor kacang tanah berasal dari Vietnam, China dan India (Hutabarat dan Maeno 2003).

Tabel 10. Penyediaan, penggunaan dan ketersediaan untuk konsumsi kacang tanah tanpa kulit di Indonesia.

Penyediaan (000 ton)	Tahun				
	2007	2008	2009	2010	2011
Penyediaan	892	909	910	914	811,1
Produksi					
Masukan	1.315	1.283	1.295	1.299	1.152
Keluaran	789	770	778	779	691,2
Impor	104	140	132	135	120,7
Ekspor	1	1	0	0	0
Perubahan stok	–	–	–	–	–
Penggunaan					
Pakan	–	–	–	–	–
Bibit	27	26	25	24	23
Makanan	76	77	77	78	69,05
Bukan makanan	744	761	761	765	678,8
Ketersediaan/kap/tahun	3,30	3,33	3,29	3,17	2,77
Konsumsi biji (kg/Kapita/tahun	0,469	0,365	0,365	0,417	0,251

Sumber: Neraca bahan makanan BKP Kementan (2012).

Pasar, Harga dan Daya Saing

Menurut Erwidodo dan Saptana (1996), pasar kacang tanah tergolong ke dalam oligopoli atau oligopsoni dan pemasarannya relatif sederhana. Distribusi biaya dan keuntungan antar pelaku agribisnis relatif merata menunjukkan bahwa mekanisme pasar kacang tanah bekerja efisien. Hal tersebut menyarankan bahwa berbagai upaya yang mengarah pada terciptanya pasar monopoli seperti lisensi dan pembentukan asosiasi perlu dipertimbangkan karena berpeluang merugikan petani.

Harga kacang tanah hampir tidak tersentuh oleh kebijakan harga oleh pemerintah. Harga kacang tanah ditentukan oleh mekanisme pasar, dan pola harga mengikuti pola panen kacang tanah. Bulan Februari dan Juni merupakan panen raya, dan mulai Juli hingga Desember pasokan kacang tanah mulai berkurang. Seiring dengan itu, harga kacang tanah mulai meningkat. Umumnya permintaan kacang tanah melonjak seiring dengan peringatan hari-hari besar keagamaan dan tahun baru. Pada saat tersebut pasokan kacang tanah berkurang sehingga harga naik. Pada periode tersebut biasanya dilakukan impor kacang tanah sehingga lonjakan harga dapat ditekan (Erwidodo dan Saptana, 1996; Gaybita, 1996).

Tingkat pendapatan dari usahatani sering digunakan petani untuk memilih komoditas yang akan ditanam. Usahatani kacang tanah selalu memberikan sumbangan pendapatan tertinggi dibandingkan dengan kedelai dan jagung dalam periode 1969–2002, sehingga secara komparatif usahatani kacang tanah mampu bersaing dengan kedua komoditas tersebut (Tabel 11).

Tabel 11. Rata-rata pendapatan/ha dalam usahatani beberapa jenis tanaman pangan 1969–1994 dan 1999–2002.

Jenis tanaman	Pendapatan (Rp/ha)					
	1969–1974	1974–1979	1979–1984	1984–1989	1989–1994	1999–2002
Jagung	14.700	46.000	102.400	186.400	186.400	132.159
Kedelai	34.500	85.900	196.400	360.400	653.100	326.000
Kacang tanah	35.100	144.700	313.200	470.700	761.800	3.060.000

Sumber: BPS(1995); BPS (2004).

Teknologi Saat Ini

Produktivitas merupakan tolok ukur pendapatan dan akses terhadap teknologi. Hal ini diperlihatkan pada Tabel 1. Tampak bahwa produktivitas kacang tanah rata-rata berkisar 1,74 t/ha. Rendahnya hasil kacang tanah disebabkan masih banyak petani yang menanam varietas lokal dengan populasi belum optimal, tanpa/sedikit pupuk dan pengendalian organisme pengganggu belum optimal, yang ditandai oleh sedikitnya penggunaan pestisida (Tabel 12). Hal tersebut memberikan isyarat produktivitas kacang tanah di tingkat petani masih dapat ditingkatkan dengan perbaikan teknologi.

Tabel 12. Penggunaan sarana produksi pada usahatani disertai dengan hasil biji/ha dan nilai jual kacang tanah di Indonesia tahun 1994–1999.

Tahun	Benih (kg)	Pupuk (kg)	Pestisida		Total Upah (Rp)	Total Biaya (Rp)	Hasil (t/ha)	Nilai (Rp)	B/C
		Kimia	Padat (kg)	Cair (l)					
1994	52,16	75,97	–	–	189.244	324.408	0,982	1.159.907	2,57
1995	50,81	69,16	0,15	0,21	185.578	313.867	1,029	1.303.427	3,15
1996	45,97	72,87	0,02	0,07	194.483	327.560	1,072	1.455.601	3,44
1999	40,51	64,42	0,09	0,35	317.636	637.497	1,064	2.525.665	
%Rata-rata ^b	31,89	11,80	0,98		55,33	100			
%TI ^c	30,00	17,30	4,00		48,70	100	1,690	2.880.000	3,38

b) = persentase dari total biaya; c) = persentase dari teknologi Inovatif (TI)

Sumber: BPS (2001, diolah kembali)

Profil Teknologi Inovatif

Teknologi Inovatif belum sepenuhnya diterapkan petani sehingga hasil kacang tanah di tingkat petani belum optimal. Teknologi inovatif kacang tanah meliputi benih varietas unggul, teknik pengelolaan lahan, air, populasi tanaman dan organisme pengganggu (Tabel 13) dan teknik pengelolaan pasca panen. Teknik pengelolaan lahan, populasi tanaman, dan organisme pengganggu (LATO) ditujukan agar tanaman tumbuh tanpa hambatan selama pertumbuhannya sehingga hasil kacang tanah mendekati potensi genetiknya, sedangkan teknik pengelolaan pasca panen ditujukan agar kualitas biji yang

dihasilkan memenuhi standar mutu dan tidak terkontaminasi aflatoksin. Sintesis varietas dan teknik pengelolaan LATO terbukti secara signifikan dapat meningkatkan hasil (36–82%), rendemen (9–13%), menghemat benih (36%) dan mutu hasil (jumlah polong isi, 36–82%) (Tabel 13). Varietas Kancil lebih responsif dari varietas lokal Tuban untuk hasil polong/ha, jumlah polong isi, dan rendemen biji. Varietas lokal Tuban dan varietas Kancil memiliki adaptasi yang sama terhadap kondisi lahan Alfisol alkalis. Hal tersebut mengisyaratkan bahwa produksi kacang tanah dapat ditingkatkan melalui perbaikan teknologi, seperti inovasi teknologi yang dikenalkan/ diintroduksi (Tabel 13).

Tabel 13. Analisis usahatani tiga paket budidaya kacang tanah di Tuban pada MK 2004.

Komponen teknologi	Teknologi		
	Petani	Inovasi 1	Inovasi 2
Varietas	Lokal (Tuban, asli)	Varietas Lokal Tuban (diperbaiki)	Varietas Kancil
Pengolahan tanah	Cara petani	Cara petani	Cara petani
Populasi tanaman/ha	Padat (sebar)	250.000	250.000
Cara tanam	Alur bajak	Tugal	Tugal
Jarak tanam (cm)	20 cm antar alur	40 x 10	40 x 10
Pengendalian gulma	Di siang sekali	Di siang 21 dan 45 hst	Di siang 21 dan 45 hst
Pemupukan: Urea (kg/ha)	0	50	50
SP36 (kg/ha)	0	100	100
KCl (kg/ha)	0	50	50
Pupuk kandang		2500	2500
Pengendalian OPT	–	+	+
Hasil Polong kering (t/ha)	1,64	2,24	2,99
Peningkatan hasil (%)	Pembandingan (0)	36,6	82,3
Jumlah polong isi/tanaman	13	18	24
Rendemen biji (%)	48	57	61
Kebutuhan benih/ha (kg biji) (Rp.7000/kg)	150	95	95
Biaya produksi	1.260.000	1.299.000	1.299.000
Pendapatan kotor	5.738.000	9.272.000	11.476.000
Pendapatan bersih	4.458.000	4.458.000	10.177.000

– tidak dilaksanakan; + dilaksanakan.

Sumber: Balitkabi (2005) dan Rozi *et. al.* (2005).

Proyeksi Konsumsi

Penghitungan kebutuhan konsumsi nasional kacang tanah dilakukan dengan cara memproyeksikan konsumsi per kapita dan jumlah penduduk. Pertumbuhan konsumsi per kapita dihitung dan diambil dari data BPS 2004. Proyeksi jumlah penduduk dilakukan dengan menggunakan pertumbuhan penduduk dengan tingkat yang makin rendah (Badan Litbang Pertanian 2005).

Selama 1990–2004 pertumbuhan penduduk 1,67%/tahun, dan selanjutnya diasumsikan penduduk turun 0,03%/tahun. Sejalan dengan bertambahnya penduduk, maka kebutuhan kacang tanah juga meningkat (Tabel 9). Konsumsi kacang tanah tahun 2005 menurut FAO mencapai 3,6 kg/kapita/tahun. Keragaman permintaan kacang tanah untuk industri pangan dan pakan menyebabkan total permintaan kacang tanah lebih tinggi dari kemampuan produksi dalam negeri, sehingga kekurangan tersebut harus dicukupi dari impor (Tabel 14).

Tabel 14. Proyeksi konsumsi kacang tanah

Tahun	Konsumsi/Kapita (kg/tahun)	Proyeksi jumlah penduduk (000)	Pertumbuhan penduduk (%)	Total konsumsi (t)
2004	3.11	224.860	1,64	699.314
2005	3,12	228.480	1,61	712.858
2006	3,13	232.090	1,58	726.442
2007	3,14	235.687	1,55	740.057
2008	3,22	239.270	1,52	770.449
2009	3.33	242.835	1,49	781.928
2010	3.38	246.380	1,46	832.764
2011	3,38	249.903	1,43	844.672
2012	3.54	253.402	1,40	897.043
2013	3.63	256.874	1,37	932.452
2014	3,72	260.316	1,34	968.375
2015	3.73	263.726	1,31	983.697
2016	3,75	267.102	1,28	1.001.632
2017	3.76	270.440	1,25	1.016.854
2018	3,77	273.740	1,22	1.031.999
2019	3,79	276.997	1,19	1.049.818
2020	3,80	280.210	1.16	1.064.798

Sumber: Proyeksi penduduk dari Badan Litbang, Kementerian Pertanian (2005)

Arah Pengembangan

Peningkatan produksi kacang tanah dapat ditempuh dengan peningkatan produktivitas dan peningkatan areal tanam. Secara umum produktivitas kacang tanah rata-rata 1,74 t/ha biji atau sekitar 3,5 t/ha polong kering. Hasil tersebut sudah cukup tinggi di atas produktivitas rata-rata dengan teknologi inovatif (Tabel 1, 13). Kondisi demikian memberikan indikasi bahwa pererapan teknologi produksi kacang tanah oleh petani sudah maju. Oleh karena itu, teknologi inovasi 1 dan teknologi inovasi 2 (Tabel 13), layak dan dapat

diterapkan petani, dengan prioritas pada 12 propinsi sentra produksi kacang tanah (Tabel 1) yang mencakup luas 473.140 ha atau (90,8%). Benih kacang tanah yang tersedia pada tahun 2013 (Tabel 6) digunakan sebagai pengungkit program peningkatan produktivitas (PP) tahun 2015 untuk memenuhi permintaan agroindustri.

Di Sumatera Utara berkembang UK (usaha kecil) dan UKM (Usaha Kecil Menengah) kacang tanah yang memproduksi kacang asin celup (kacang garing) yang terkenal dengan kacang garing Sihobuk, Martabe dan Pagar Beringin. Bahan baku kacang tanah dipasok dari Deli Serdang, Tapanuli Utara dan Simalungun (Nur *et al.* 1996). Di Jawa Tengah dan Bali terdapat industri besar pengolah kacang tanah, yaitu Garuda Group, Dwi Kelinci, dan Kacang Rahayu. Di Mojokerto (Jawa Timur) berkembang industri kacang atom, sedang di Blitar terkenal dengan industri bumbu pecel.

STRATEGI, KEBIJAKAN DAN PROGRAM

Strategi pengembangan kacang tanah ditekankan pada strategi pada subsistem hulu (faktor produksi), strategi peningkatan nilai tambah dan daya saing, dan strategi faktor produksi. Kebijakan ditekankan pada kemudahan akses modal usahatani, pendampingan teknologi, penelitian dan pengembangan. Program pengembangan kacang tanah diutamakan pada peningkatan produksi persatuan luas (PP) melalui intensifikasi dan program perluasan areal tanam (PAT).

Strategi

Strategi adalah melakukan konsolidasi usahatani dengan membentuk kelompok tani sekomoditas dan sehamparan untuk memenuhi kontrak produksi kacang tanah. Kacang tanah pada lahan kering biasanya ditanam pada musim hujan setelah jagung atau palawija lain yang berumur pendek. Periode tanam disepakati bersama, adakalanya tindakan agronomis dan pemeliharaan tanaman dilakukan secara kolektif agar sistem produksinya lebih efisien. Hasil kacang tanah setelah dipipil, ditimbang dan diangkut oleh mitra atau pedagang pengumpul.

1. Strategi peningkatan produksi

Pengembangan kacang tanah dalam jangka pendek bertujuan untuk menutupi defisit permintaan kacang tanah yang besarnya rata-rata 100.000–125.000 ton/tahun. Pulau Jawa yang menyumbang 67% dari total produksi, dengan pemilikan lahan sempit, diharapkan laju peningkatan produktivitas biji kering lebih tinggi, yakni rata-rata 0,01 t/tahun. Strategi intensifikasi kacang tanah melalui peningkatan produksi per satuan luas (strategi PP) dinilai paling sesuai. Sebaliknya, di luar Pulau Jawa, meskipun pemilikan lahan lebih luas dan tenaga kerja cukup, namun penguasaan teknologi produksi diperkirakan kurang memadai. Selain itu akan timbul masalah distribusi karena infrastruktur yang kurang memadai, dan karakteristik kacang tanah yang mudah rusak.

Di daerah sentra produksi, produktivitas kacang tanah mengalami peningkatan sekitar 0,01 t/tahun. Angka kenaikan tersebut tergolong optimis, karena kenaikan rata-rata produktivitas nasional 0,13 t/ha memerlukan waktu 15 tahun dengan, tanpa atau sedikit campur tangan pemerintah.

Perkiraan konsumsi dan permintaan kacang tanah hingga tahun 2020 menunjukkan nilai defisit, yang artinya kebutuhan kacang tanah sulit dipenuhi dari produksi dalam negeri (Tabel 15).

Tabel 15. Proyeksi konsumsi dan permintaan kacang tanah tahun 2014 hingga 2020

Tahun	Proyeksi konsumsi (t)	Proyeksi permintaan (t)
2014	968.357	1.190.884
2015	983.697	1.220.432
2016	1.001.632	1.249.980
2017	1.016.854	1.279.528
2018	1.031.999	1.309.076
2019	1.049.818	1.338.624
2020	1.064.798	1.368.172

Sumber: Dirjentan (2013).

2. Strategi faktor produksi

Penyediaan sarana produksi berupa benih, pupuk, pestisida dan alat mesin pertanian (alsintan) mempunyai peran penting pada proses peningkatan produksi. Di antara faktor produksi tersebut, benih merupakan faktor yang paling kritis dalam usahatani kacang tanah. Penggunaan benih bermutu di tingkat petani masih kurang dari 1% (Nugraha *et al.* 1995), hal tersebut membuka peluang untuk usaha penangkaran benih kacang tanah.

Mengingat benih bermutu menjadi salah satu faktor pembatas dalam pengembangan kacang tanah, maka saran kebijakan program perbenihan dalam jangka pendek adalah: (1) bimbingan produksi benih bermutu, (2) pengenalan varietas unggul baru disertai pemberian benih sumber (minimal 2,5 kg/petani kooperator) dan bimbingan produksi benih, (3) bimbingan penyimpanan benih pada kios penjual benih, dan (4) bimbingan program benih pada penangkar benih lokal.

3. Strategi peningkatan nilai tambah dan daya saing

Strategi peningkatan nilai tambah dan daya saing dilakukan dengan peningkatan kualitas hasil dan strategi harga berdasar nisbah polong tua dan polong muda. Produsen (petani) menghendaki kacang tanah berproduktivitas tinggi, sarana produksi tersedia tepat waktu dan harga yang layak, tersedia pembimbing bila menghadapi masalah, dan tersedia pasar saat panen dengan harga yang kompetitif. Sebaliknya, konsumen menghendaki kacang tanah bermutu (polong tua banyak, segar, bersih) dengan harga bersaing. Kacang ose (biji) yang dikehendaki adalah: bersih, sehat/tidak jamur, diameter 7 mm dan ukuran seragam, utuh/tidak belah, kadar air 5–7%, dan kulit ari tidak terkelupas.

4. Strategi harga atas nisbah polong tua dan muda

Dalam bio-industri kacang tanah, permintaan terbesar adalah polong segar, polong kering atau biji (kacang ose). Dwi Kelinci (2005) memperkirakan bahwa permintaan kacang tanah dalam bentuk polong segar dan kacang ose masing-masing sekitar 150.000–300.000 ton dan 50.000–150.000 ton atau 10–15% dari total produksi nasional.

Harga kacang tanah polong segar ditentukan berdasarkan atas perbandingan jumlah polong tua dan polong muda. Harga dasar perbandingan polong tua:muda = 1 : 1 (kualitas rendah), dan harga meningkat sejalan jumlah polong tua yang semakin banyak, maka tambahan harga yang akan diterima petani semakin tinggi. Sebaliknya, semakin

banyak polong muda, maka harga dikurangi (Tabel 16). Harga kacang tanah ose (biji) untuk ukuran 7 mm, 350–400 biji/ons akan diterima di pabrik dengan harga Rp7.200—Rp.7.400 per kg pada tahun 2005.

Prosedur pembelian kacang tanah segar oleh pabrik adalah sebagai berikut:

1. Truk berisi kacang tanah segar (maksimal 2 x 24 jam setelah panen) ditimbang (timbangan digital dan terkomputer) dan dicek langsung oleh pemasok (Petani)
2. Ambil contoh secara acak, diaduk dan contoh kacang dibagi dua bagian, petani memilih contoh untuk dicek.
3. Dari contoh yang dipilih, ditimbang 1 kg, kemudian polong tersebut:
 - Dibersihkan dari tangkai polong
 - Polong dicuci hingga bebas dari tanah lalu dikeringkan
 - Bersama petani/pemasok, polong tua dan muda dipisahkan, kemudian masing-masing ditimbang dan ditentukan perbandingan polong tua : muda. Dari hasil tersebut, kemudian ditentukan harganya dengan cara:

Tonase kacang x (100–potongan)% x harga sesuai perbandingan pada Tabel 17. Misal harga standar 1 : 1 = Rp2000, hasil cek = 3 : 1 (berarti tambah Rp300/kg).

Potongan kotoran: tanah dan tangkai polong, misal 10% dan berat 500 kg. Maka uang yang diterima petani/pemasok adalah: (Rp2000 + Rp300) x (5000 kg x 90%) = Rp10.350.000,00.

Semua proses tersebut dilakukan secara transparan menggunakan timbangan digital dan terkomputerisasi. Untuk memperoleh harga yang baik, petani harus menerapkan teknologi karena teknologi akan meningkatkan jumlah polong tua (Tabel 13).

Tabel 16. Standar tambahan harga kacang tanah polong segar dengan semakin banyaknya jumlah polong tua.

Polong Tua : Muda	Kenaikan harga (Rp/kg)
1 : 1	–
2 : 1	225
3 : 1	300
4 : 1	350
5 : 1	400
6 : 1	450
7 : 1	500

Sumber: Dwi Kelinci (2005).

5. Strategi distribusi dan pemasaran

Distribusi merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keunggulan kompetitif. Rantai tata niaga kacang tanah relatif sederhana dan cenderung monopsoni dan sudah cukup efisien. Pihak perusahaan prosesor selain pasif menerima kacang tanah segar maupun kering, juga proaktif mendatangi petani kacang tanah saat panen dengan minimal membawa juru taksir dan juru bayar, dengan syarat kacang tanah yang dipanen cukup luas. Hal ini dipandang efektif memperpendek rantai pemasaran. Konsolidasi usahatani oleh kelompok tani kacang tanah diikuti dengan sosialisasi standar mutu dan bimbingan teknik produksi yang baik merupakan langkah praktis yang bisa menjembatani antara keinginan produsen dan konsumen kacang tanah. Dalam hal ini kemitraan dalam agribisnis kacang tanah sangat dibutuhkan. Kemitraan adalah kerjasama yang erat dan

saling menguntungkan. Kemitraan ada dua macam, yakni: kemitraan tertutup dan kemitraan terbuka.

Ciri dari kemitraan tertutup adalah: terdapat perjanjian saling mengikat para pihak yang bermitra (Petani, Bank, Pabrik dan Pemda), tidak ada alternatif pilihan pasar, informasi bisnis terbatas, belum menjamin keuntungan optimal, dan terdapat ketergantungan pada salah satu pihak sangat besar. Sedangkan ciri kemitraan terbuka adalah: tidak ada perjanjian antara pihak yang bermitra, bersifat terbuka dan saling percaya, alternatif pilihan pasar tersedia sehingga keuntungan bisa optimal dan kemandirian dalam bisnis lebih kokoh.

6. Strategi konsolidasi manajemen usaha tani

Agribisnis kacang tanah melibatkan industri hulu, sektor bioekonomik dan industri hilir. Industri hulu atau sektor masukan menyediakan sarana produksi berupa benih, pupuk, pestisida dan alsintan yang diperlukan oleh sektor produksi atau sektor bioekonomik. Sektor produksi memerlukan bimbingan teknik produksi yang baik agar menghasilkan kacang tanah bermutu sesuai yang dikehendaki sektor industri hilir yang mengolah hasil kacang tanah menjadi aneka produk olahan. Jalinan ketiga sektor memerlukan infrastruktur dan permodalan dan faktor kebijakan yang kondusif sehingga para pihak yang terlibat dalam agribisnis kacang tanah memberikan keuntungan satu sama lain. Program Primatani bertugas memberikan advokasi ke semua sektor tersebut sehingga tercipta manajemen usaha tani dan kelancaran sistem agribisnis kacang tanah.

Kebijakan

1. Pencapaian tujuan dan sasaran pengembangan kacang tanah memerlukan dukungan kebijakan antara lain:
2. Kemudahan akses modal usahatani kacang tanah dan usaha sektor industri hilir dan industri hulu, termasuk skim kreditnya.
3. Percepatan diseminasi melalui program temu lapang dan penyuluhan atau pendampingan teknologi.
4. Kebijakan penelitian komoditas dan alokasi anggaran penelitian agar selalu dapat menyediakan teknologi yang diperlukan dalam pengembangan kacang tanah.

Program

Secara umum program peningkatan produksi kacang tanah dilakukan dengan peningkatan produksi per satuan luas (intensifikasi) dan peningkatan produksi melalui penambahan luas panen (ekstensifikasi).

Sampai tahun 2020 program peningkatan produksi melalui peningkatan produktivitas (PP) disajikan pada Tabel 17. Ternyata, peningkatan produktivitas melalui program PP hingga tahun 2010 tidak dapat mencukupi kebutuhan kacang tanah di dalam negeri, sehingga perlu dilakukan perluasan areal tanam (PAT) (Tabel 18).

1. Peningkatan produksi per satuan luas (PP)

Program peningkatan produksi per satuan luas atau program intensifikasi dilakukan dengan penerapan teknologi inovatif (Tabel 13). Sasaran produktivitas dan produksi dibedakan antara di Jawa dan di luar Jawa. Produktivitas kacang tanah di Jawa lebih

tinggi dari luar Jawa, dengan asumsi penguasaan teknologi produksi petani di Jawa lebih maju dari petani kacang tanah di luar Jawa (Tabel 17).

Tabel 17. Proyeksi peningkatan produksi kacang tanah di Jawa dan luar Jawa melalui program peningkatan produktivitas (PP), tahun 2014 hingga 2020.

Tahun	Proyeksi produksi (t)	Luar Jawa		Di Jawa	
		Produktivitas (t/ha)	Produksi (t)	Produktivitas (t/ha)	Produksi (t)
2014	979.570	1,28	302.640	1,39	676.930
2015	991.675	1,29	305.005	1,41	686.670
2016	998.910	1,30	307.370	1,42	691.540
2017	1.006.145	1,31	309.735	1,43	696.410
2018	1.013.380	1,32	312.100	1,44	701.280
2019	1.020.615	1,33	314.465	1,45	706.150
2020	1.027.850	1,34	316.830	1,46	711.020

Sumber: Dirjentan (2013).

2. Perluasan areal tanam (PAT)

Benih kacang tanah relatif mahal (kini Rp.15.000/kg) dan kebutuhan benih cukup banyak (95–100) kg biji/ha, sehingga kacang tanah lebih banyak ditanam secara tunggal dibandingkan tanam tumpangsari. Mengubah pola tanam juga sulit dilakukan sehingga yang paling mungkin adalah menambah areal tanam pada perkebunan yang tanamannya masih muda (karet, kelapa sawit atau kakao). Dari 5,4 juta ha kebun kelapa sawit saat ini, 1,5 juta ha perlu peremajaan karena telah berumur 20–25 tahun. Kelapa sawit umumnya ditanam pada tanah Ultisol dan terdapat beberapa varietas kacang tanah yang beradaptasi baik di tanah Ultisol yang umumnya bersifat masam, yaitu Talam-1, Talam-2, dan Talam-3.

Jika dapat dijalin kemitraan, dan 1,0–1,5% areal dapat ditanami kacang tanah, akan tersedia lahan seluas sedikitnya 150.000 ha. Dengan anggapan produktivitas kacang tanah rata-rata 1,0 t/ha, maka kekurangan kacang tanah antara 100.000–150.000 ton/tahun dapat dipenuhi.

Selain itu, program PAT dapat dilakukan pada 48 kabupaten sentra produksi kacang tanah. Daerah tersebut selama ini dikenal sebagai pemasok kacang untuk pengembangan bio-industri kacang tanah di daerahnya sendiri, maupun diluar daerahnya (Tabel 18). Realisasi program peningkatan produksi kacang tanah baik melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi perlu dukungan teknologi, investasi dan kebijakan.

3. Dukungan inovasi teknologi

Pada saat ini, 75% kacang tanah varietas lokal masih banyak ditanam petani dan penggunaan benih bermutu masih sekitar 1%. Varietas lokal terbukti kurang responsif terhadap tambahan input dan umumnya rentan terhadap jamur *Aspergillus flavus* (Kasno 2003). Jamur *Aspergillus flavus* adalah jamur penghasil metabolit sekunder yang dikenal dengan aflatoxin yang bersifat karsinogenik pada mamalia, unggas dan manusia. Berkaitan dengan hal tersebut, maka teknologi inovatif yang mendesak untuk diintroduksi kepada petani adalah varietas unggul dan teknik produksi untuk mencegah infeksi jamur *Aspergillus flavus* dan kontaminasi aflatoxin. Teknologi tersebut kini telah tersedia. Karena

stadia reproduksi kacang tanah biasa terjadi pada musim kemarau dan hal tersebut berasosiasi dengan serangan penyakit daun, maka varietas tahan penyakit daun, teknologi pengendalian penyakit daun, dan teknologi pengelolaan air juga diperlukan. Teknologi tersebut siap untuk disosialisasikan dalam skala luas melalui pendekatan PTT (Pengelolaan Tanaman Terpadu).

Penerapan teknologi dan pengembangan bio-industri kacang tanah perlu dukungan modal atau investasi.

Tabel 18. Kabupaten penghasil utama kacang tanah di Indonesia

No	Provinsi	Kabupaten	Luas (ha)
1.	Sumatera Utara	Simalungun, Tapanuli Utara, Dairi, Deli Serdang	19.500
2.	Lampung	Lampung Tengah, Lampung Utara	10.500
3.	Jawa Barat	Garut, Cianjur, Subang, Sukabumi, Bogor, Sumedang	71.448
4.	Jawa Tengah	Wonogiri, Jepara, Sragen, Pati, Kebumen, Kendal, Boyolali, Banyumas, Blora, Klaten, Banjarnegara	159.034
5.	DIY	Gunung Kidul, Bantul, Sleman	71.609
6.	Jawa Timur	Bangkalan, Tuban, Pacitan, Blitar, Sumenep, Gresik, Jember, Lamongan, Magetan, Pasuruan	181.981
7.	Bali	Karangasem, Klungkung	14.774
8.	NTB	Lombok Tengah, Lombok Barat	38.704
9.	Sulawesi Sel	Bulukumba, Maros, Sinjai, Bone, Soppeng, Pangkep, Barru.	38.198
Total			461.748

Sumber: Dirjentan (2005).

4. Dukungan investasi

Dengan asumsi bahwa bio-industri kacang tanah akan diwujudkan, maka kebutuhan investasi untuk pengembangan kacang tanah dapat diawali dengan menggunakan sarana yang tersedia, kecuali perbenihan. Sistem produksi perbenihan yang perlu dukungan investasi untuk produksi benih sumber dan produksi benih tangkar (benih sebar/ES) oleh penangkar kecil atau besar. Dukungan modal kerja dan jaminan pemasaran benih diyakini dapat memicu dan memacu pengembangan bio-industri kacang tanah.

5. Dukungan pemasaran

Sebagian besar kacang tanah di Indonesia dikonsumsi sebagai pangan, baik dikonsumsi langsung dalam bentuk biji kacang tanah maupun dalam berbagai bentuk makanan ringan (snack) dan minyak nabati. Rantai pemasaran kacang tanah dari petani yang paling pendek (sederhana) adalah kacang tanah yang langsung dikonsumsi dalam bentuk polong segar di tingkat rumah tangga. Pelaku pasar yang terlibat dalam pemasaran kacang tanah antara lain adalah petani, pedagang pengumpul (tingkat desa, kecamatan, dan kabupaten), pedagang besar (grosir), pengrajin, industri pengolahan, dan pengecer, sebelum sampai ke konsumen akhir (Erwidodo dan Saptana 1996; Rina 2006). Jika kacang tanah memasuki pengrajin kacang garing, kacang asin, atau kacang goreng, maka saluran pemasarannya akan lebih panjang. Demikian pula jika kacang tanah memasuki proses industri pengolahan menjadi berbagai bentuk makanan olahan, rantai pasarnya akan

menjadi lebih panjang lagi. Sedangkan pasokan kacang tanah berasal dari dua sumber, yaitu produksi dalam negeri dan dari impor.

PENUTUP

Kacang tanah memiliki peran strategis dalam pangan nasional yaitu sebagai sumber protein dan minyak nabati. Konsumsi kacang tanah sebagai sumber pangan sehat terus meningkat, namun kemampuan produksi kacang tanah di dalam negeri belum dapat memenuhi permintaan. Produksi dan luas panen, masing-masing merupakan tolok ukur banyaknya petani produsen kacang tanah. Produktivitas merupakan tolok ukur peningkatan pendapatan dan kinerja teknologi. Hal tersebut mengisyaratkan bahwa bio-industri kacang tanah terutama bio-industri hilir lebih maju dari bio-industri hulu. Namun demikian kacang tanah telah memberikan kontribusi dalam penyediaan bahan baku dan lapangan kerja dalam bio-industri. Hal tersebut memberikan indikasi bahwa peluang pengembangan bio-industri kacang tanah di Indonesia masih cukup besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitkabi.2005. Hasil utama penelitian kacang dan umbian, 23 hlm.
- Biro Pusat Statistik (BPS). 1991. Statistik Indonesia 1990. Jakarta.
- BPS. 1999. Konsumsi protein penduduk Indonesia per propinsi, 1999. Survei Sosial Ekonomi Nasional. Buku 2. BPS. Jakarta Indonesia. 266 hlm.
- BPS. 2001. Statistik Indonesia 1999. Jakarta.
- BPS. 2003. Statistik Indonesia 2002. Jakarta.
- BPS. 2004. Produksi Tanaman Padi dan Palawija di Indonesia, Jakarta.
- BPS. 2004. Statistik Indonesia 2003. Jakarta.
- BPS. 2013. Produksi Tanaman Padi dan Palawija di Indonesia, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2005. Kebijakan dan strategi pengembangan serta upaya-upaya pengembangan Kacang tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada Pertemuan Kooordinasi Instansi Terkait dalam rangka UPSUS Pengembangan Kacang tanah Menuju Swasembada di Yogyakarta, 29 September 2005.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2013. Road Map Peningkatan Produksi Kacang Tanah dan Kacang Hijau Tahun 2010–2014. Jakarta. p.73
- Dwi Kelinci, PT. 2005. Menuju swasembada kacang tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada Pertemuan Kooordinasi Instansi Terkait dalam rangka UPSUS Pengembangan Kacang tanah Menuju Swasembada di Yogyakarta, 29 September 2005.
- Erwidodo dan Saptana. 1996. Prospek harga dan pemasaran kacang tanah di Indonesia, hlm. 21–40 *dalam* Saleh. N, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Penyunting). Risalah Seminar Prospek Abribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Garuda Group. 2005. Menuju swasembada kacang tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada Pertemuan Kooordinasi Instansi Terkait dalam rangka UPSUS Pengembangan Kacang tanah Menuju Swasembada di Yogyakarta, 29 September 2005.
- Gaybita, A. M. 1996. Usahatani kacang tanah dalam perspektif agribisnis dan Indonesia, hlm 9–20 *dalam* Saleh. N, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Peny). Risalah Seminar Prospek Abribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.

- Heriyanto dan H. Subagiyo. 1998. Prospek usahatani kacang tanah di Indonesia, hlm. 1–13. *dalam* A. Harsono, N. Nugrahaeni, A. Taufik dan A. Winarto (Peny). Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Kacang Tanah. Edisi Khusus Balitkabi No. 12-1998.
- Hidayat, J., S. Kartaatmadja dan S. A. Rais. 1999. Teknik produksi benih kacang tanah. Puslitbangtan, Bogor. 54 hlm.
- Hutabarat, B, and Maeno, N. 2002. Economic significance of legumes, roots and tuber crops in Asia and the Pasific, p.41–52 *dalam* M. Jusuf, J. Soejitno, Sudaryono, Darman M. Arsyad, A.A. Rahmianna, Heriyanto, Marwoto, I.K. Tastra. M.M. Adie dan Hermanto (Penyunting). Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan. Risalah Seminar Hasil Penelitian, 25–26 Juni 2002. Balitkabi 2002.
- Kasno, A. 2003. Varietas kacang tanah tahan *Aspergillus flavus* sebagai komponen esensial dalam pencegahan kontaminasi aflatoksin. Orasi Pengukuhan APU. Puslitbangtan. 61 hal.
- Kementerian Pertanian. 2005. Prospek dan arah pengembangan agribisnis kacang tanah. 32 hlm.
- Kementerian Pertanian. 2013. Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2013–2015, Jakarta.
- Maesen van der, L.J.G., S. Somaatmadja. 1993. Kacang-kacangan. PROSEA. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 137 hlm.
- Manurung, R.M.H. 2002. Tantangan dan peluang pengembangan tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. hlm. 19–40. *dalam* M. Yusuf, J. Soejitno, Sudaryono, D.M. Arsyad, A.A. Rahmianna, Heriyanto, Marwoto, I.K. Tastra, M.M. Adie. Dan Hermanto (Penyunting). Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Prosiding. Sem. 25–26 Juni 2002. Balitkabi.
- Nugraha, U. S. 1995. Seed quality of secondary food crop in Indonesia. In van Amstel, A. J.W.T. Bottema, M. Sidik, and C.E. Santen (Eds). *Integretating Seed Systems for Annual Food Crops* (Proc. of a workshop held in Malang, Indonesia. October 24–27, 1995). P.183–200. CGPRT No, 32. Bogor.
- Nur, Hl, M., S. Tirtoutomo, dan L. Hutagalung. 1996. Perspektif agribisnis kacang tanah di Sumatera. Hlm. 158–164 *dalam* Saleh. N, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Penyunting). Risalah Seminar Prospek Abribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Rina, Y. 2006. Pemasaran Kacang Tanah di Lahan Lebak Kalimantan Selatan *dalam* Noor, M. I. Noor, dan A. Supriyo (Eds). Pros. Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Terpadu. BB Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Rozi. F., M. Rachmat dan A. Taufik . 2005. Survey "yield cut" kacang tanah. Laporan Teknis tahun 2004. Buku II.
- Statistik Pertanian. 2013. Statistik Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Sumarno dan I. Manwan. 1992. Program Nasional Penelitian Kacang-kacangan. Soehendi, R. dan A.A. Rahmianna (Penerjemah: National Coordinated Research: Grain Legumes). Balittan Malang.
- Sumarno. 1996. Model pengembangan agribisnis kacang tanah, hlm. 103-128. *dalam* Saleh. N, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Penyunting). Risalah Seminar Prospek Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Swastika, DKS. 2014. Ekonomi kacang tanah di indonesia. Monograf Kacang Tanah. Balitkabi.

ISBN 978-602-95497-7-5