

BUNGA RAMPAI
TEKNIK PRODUKSI
BENIH KEDELAI



BUNGA RAMPAI
TEKNIK PRODUKSI BENIH KEDELAI

Penyunting:
Dr. Novita Nugrahaeni, M.S.
Ir. Abdullah Taufiq, M.P.
Ir. Joko Susilo Utomo, M.P., Ph.D.



BUNGA RAMPAI TEKNIK PRODUKSI BENIH KEDELAI

Cetakan 2017

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2017

Katalog dalam Terbitan (KDT)

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN

Teknik Produksi Benih Kedelai: Bunga rampai/ penyunting Novita Nugrahaeni, Abdullah Taufiq, Joko Susilo Utomo.-- Jakarta: IAARD Press, 2017. XII, 214 p.: ilus., tab. ; 25 cm.

1. PRODUKSI BENIH 2. BENIH KEDELAI 3. BUNGA RAMPAI

I. Judul II. Nugrahaeni, N. III. Taufiq, A. IV. Utomo, J. S.

633.34

Bad

t

ISBN: 978-602-344-178-5

Pencetakan Buku ini dibiayai dari DIPA Balitkabi 2017

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540

Telepon: +62 21 7806202, Faksimile: +62 21 7800644

Alamat Redaksi

Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540

Telepon: +62 21 7806202, Faksimile: +62 21 7800644

Email: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

DAFTAR ISI

Daftar Isi	v
Kata Pengantar	vii
Prakata Penyunting	ix
Teknologi Produksi Benih Kedelai <i>Abdullah Taufiq dan Andy Widjanarko</i>	1
Pengenalan dan Karakteristik Varietas Unggul Kedelai <i>Gatut Wahyu A.S. dan Novita Nugrahaeni</i>	17
Pengawalan Mutu Benih Kedelai <i>Titik Sundari dan Ratri Tri Hapsari</i>	29
Identifikasi Hama dan Pengendaliannya Secara Terpadu pada Tanaman Kedelai <i>Bedjo dan Marwoto</i>	43
Biopestisida untuk Pengendalian Hama dan Penyakit Kedelai <i>Yusmani Prayogo</i>	75
Identifikasi Penyakit Utama Kedelai dan Cara Pengendaliannya <i>Alfi Inayati dan Eriyanto Yusnawan</i>	95
Pengenalan dan Pengelolaan Gulma pada Kedelai <i>Arief Harsono</i>	113
Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk Pengendalian OPT pada Tanaman Kedelai <i>Sri Wahyuni Indiati</i>	129
Roguing dan Sortasi pada Proses Produksi Benih <i>Suhartina, Gatut Wahyu A.S. dan Novita Nugrahaeni</i>	139
Teknologi Pascapanen Benih Kedelai <i>I Ketut Tastra</i>	155
Prinsip-Prinsip Pengelolaan Pascapanen untuk Mempertahankan Daya Simpan Benih Kedelai <i>Didik Harnowo</i>	175
Teknologi Penyimpanan dan Invigorasi Benih Kedelai <i>Didik Sucahyono</i>	185
Kelembagaan Perbenihan Kedelai di Indonesia <i>Fachrur Rozi dan Ruly Krisdiana</i>	195

KATA PENGANTAR

Tekad pemerintah untuk swasembada kedelai tahun 2020, dan bahkan direncanakan dipercepat, perlu disikapi dengan langkah nyata. Strategi pencapaian swasembada akan ditempuh melalui dua cara, yaitu perluasan areal tanam dan peningkatan produktivitas. Kedua strategi tersebut memerlukan benih yang berkualitas dan dalam jumlah cukup. Berdasarkan pengalaman, benih dalam jumlah cukup saja tidak banyak artinya bila benih tersebut tidak tersedia di lokasi produksi kedelai. Oleh karena itu, Badan Litbang Pertanian meluncurkan program Model Mandiri Benih yang dilaksanakan melalui pendampingan dan pelatihan produsen/calon produsen benih di sentra produksi kedelai dan di daerah-daerah potensial pengembangan. Program pendampingan tersebut telah dilaksanakan tahun 2016 dan 2017 masing-masing di delapan dan sembilan provinsi sentra produksi kedelai. Target program Mandiri Benih adalah tersedianya benih dalam jumlah cukup, pada lokasi dan musim yang tepat.

Benih bermutu adalah garansi sukses usahatani, sekaligus sebagai wahana ekspresi keunggulan teknologi, baik varietas maupun budi daya. Benih bermutu didapatkan melalui serangkaian proses sejak di lapangan, prosesing hingga penyimpanan. Pada setiap tahapan proses tersebut, terdapat fase kritis yang harus diperhatikan agar didapatkan benih bermutu tinggi. Guna mendukung program Mandiri Benih, Balitkabi menerbitkan buku Bunga Rampai Teknik Produksi Benih Kedelai, yang berisi pengalaman Balitkabi dalam memproduksi benih dan informasi keilmuan yang mendasarinya. Diharapkan Bunga Rampai Teknik Produksi Benih Kedelai ini dapat menjadi pedoman, sekaligus panduan praktis dalam memproduksi benih kedelai. Buku ini dapat menjadi pedoman bagi produsen dan calon produsen benih, serta pihak-pihak yang berkepentingan dengan benih kedelai untuk lebih mengenal serta memahami rangkaian proses produksi benih, peluang, masalah, dan kendalanya. Informasi teknik produksi benih yang terangkum dalam buku ini diharapkan dapat memacu minat menjadi produsen benih kedelai berkualitas dan memberikan sumbangan nyata bagi penyediaan benih kedelai.

Kepala Balitkabi

Ir. Joko Susilo Utomo, M.P., Ph.D.

PRAKATA PENYUNTING

Penyediaan benih kedelai secara formal mengikuti alur yang cukup panjang sebelum benih tersebut ditanam oleh petani, yaitu diawali dari penyediaan Benih Penjenis (BS) sebagai sumber perbanyak Benih Dasar (BD/FS), kemudian diperbanyak menjadi Benih Pokok (BP/SS), dan selanjutnya menjadi Benih Sebar (BR/ES). Benih kelas BR masih dapat digunakan sebagai sumber perbanyak Benih Sebar I (BR1). Kebijakan Kementerian Pertanian dalam upaya mendukung tersedianya benih kedelai, maka BR 1 dapat digunakan sebagai sumber perbanyak BR 2, BR 2 untuk sumber perbanyak BR 3, dan BR 3 untuk sumber perbanyak BR 4. Secara ringkas, alur penyediaan benih sumber kedelai seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Alur penyediaan benih kedelai.

Alur produksi benih	Kelas benih yang dihasilkan	Pelaksana produksi
NS → BS	BS	Lembaga Pelepas Varietas (LPV)
BS → BD	BD (FS)	LPV, BPTP, BBI, BBU, BUMN, dan Swasta
BD → BP ¹⁾	BP (SS)	BPTP, BBI, BBU, BUMN, dan Swasta
BP → BR	BR (ES)	BUMN, Swasta, Produsen benih
BR → BR 1	BR 1 (ES)	Produsen benih
BR 1 → BR 2	BR 2 (ES)	Produsen benih
BR 2 → BR 3	BR 3 (ES)	Produsen benih
BR 3 → BR 4	BR 4 (ES)	Produsen benih

¹⁾BP bisa diturunkan menjadi BP1 dan BP2

Alur penyediaan benih tersebut menggambarkan bahwa penyediaan benih mengikuti alur yang berkesinambungan. Bila salah satu alur terputus, maka penyediaan benih BR akan terganggu sehingga tidak akan bisa sampai ke petani. Berdasarkan alur tersebut, maka dari kelas benih NS hingga BR membutuhkan empat kali musim tanam. Alur formal penyediaan benih kedelai hingga kini belum berjalan dengan baik, indikasinya adalah kegagalan program pengembangan kedelai banyak disebabkan oleh tidak tersedianya benih bersertifikat sebagai jaminan benih bermutu. Beberapa hal yang menjadi penyebab adalah:

- Jarak yang jauh antara produsen benih dengan petani. Hal ini berkaitan dengan alur dan sistem distribusi benih.
- Produksi benih tidak mengikuti standar mutu yang baku. Hal ini berpengaruh terhadap status mutu benih sebelum didistribusikan.
- Berkaitan dengan karakter benih kedelai yang mudah mengalami penurunan kualitas. Hal ini berimplikasi pada pentingnya pemilihan lokasi dan musim tanam, serta proses pascapanen benih kedelai.

Program Mandiri Benih merupakan program pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan mutu benih, menjamin kecukupan benih, dan mempercepat diseminasi varietas unggul baru. Strategi yang bisa ditempuh untuk mengatasi masalah tersebut adalah mendekati produsen benih dengan petani, dan membekali atau meningkatkan pengetahuan produsen dengan pengetahuan karakter tanaman dan benih kedelai, serta teknik produksi benih kedelai untuk menghasilkan benih bermutu baik disertai seluruh aspek pendukungnya.

Bunga Rampai Teknik Produksi Benih Kedelai ini memberikan panduan teknologi produksi disertai informasi keilmuan yang mendasarinya sehingga pengguna dapat mengaplikasikan teknologi dengan lebih berhasil guna dan berdaya guna.

Bab 1, “Teknologi Produksi Kedelai” menyampaikan uraian komprehensif tentang sukses produksi benih, yaitu tingkat produksi optimal dengan kualitas baik, melalui pemahaman karakter tanaman kedelai, kesesuaian lahan, dan prinsip-prinsip teknologi kedelai meliputi pemilihan lahan yang tepat, persiapan benih, persiapan lahan, isolasi jarak, cara tanam, pengelolaan hara, pengairan, dan penyiangan.

Bab 2, “Pengenalan dan Karakteristik Varietas Unggul Kedelai”. Pemilihan varietas yang tepat merupakan keputusan penting bagi suksesnya produksi benih, dan pengenalan varietas unggul beserta karakteristiknya merupakan informasi penting untuk mendapatkan benih dengan mutu genetik tinggi. Bab ini menyampaikan keunggulan dan karakteristik morfologi serta agronomi dari 83 varietas unggul kedelai yang telah dilepas pemerintah. Selain itu, disampaikan juga informasi keunggulan spesifik suatu varietas, varietas-varietas populer dan distribusinya berdasarkan distribusi benih penjenisannya.

Bab 3, “Pengawasan Mutu Benih Kedelai”. Keunggulan suatu varietas akan muncul apabila benih yang ditanam bermutu tinggi. Pada bab ini diuraikan ciri-ciri benih bermutu tinggi dan upaya untuk menghasilkan benih bermutu tinggi, baik mutu genetik, mutu fisik, maupun mutu fisiologi. Selain itu, diuraikan parameter mutu benih dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, sehingga dapat mengantisipasinya dalam upaya memproduksi benih bermutu.

Bab 4, “Identifikasi Hama dan Pengendaliannya Secara Terpadu pada Tanaman Kedelai”. Jenis hama yang menyerang tanaman kedelai sangat banyak, menyerang sejak fase kecambah hingga menjelang panen sehingga menjadi kendala utama usaha peningkatan produksi kedelai. Penulis menguraikan upaya peningkatan efektifitas pengendalian melalui pemahaman morfologi, perilaku, ekobiologi pada hama utama, penerapan sistem pengendalian hama terpadu (PHT) beserta komponen-komponennya.

Bab 5, “Biopestisida untuk Pengendalian Hama Penyakit Kedelai”. Penulis menguraikan macam-macam sumber biopestisida, cara pembuatan, cara aplikasi,

cara kerja, manfaat dan keuntungan penggunaan biopestisida, juga disampaikan kelemahan penggunaan biopestisida.

Bab 6, “Identifikasi Penyakit Utama pada Kedelai dan Cara Pengendaliannya”. Penyakit pada tanaman kedelai cukup banyak, baik yang berasal dari kelompok jamur, bakteri, virus, maupun nematoda. Penyakit tersebut menyerang sejak fase perkecambahan hingga panen, dan dapat menurunkan kuantitas dan kualitas hasil biji. Pada Bab ini dibahas diagnosis penyakit dan penentuan tindakan pengendalian yang paling tepat pada penyakit utama.

Bab 7, “Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk Pengendalian OPT pada Tanaman Kedelai”. Bab ini ditulis peneliti hama senior yang prihatin dengan dampak buruk penggunaan pestisida kimia yang berlebihan, dan menginformasikan alternatif pengendalian dengan pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian yang aman dan ramah lingkungan. Pada Bab ini diuraikan definisi pestisida nabati, senyawa aktif dan fungsinya, macam tumbuhan yang dapat diekstraksi, bahan aktif, bahan dasar, cara pembuatan, serta contoh-contoh pestisida nabati yang telah ada.

Bab 8, “Pengenalannya dan Pengelolaan Gulma pada Kedelai”. Biaya tenaga kerja pertanian yang semakin mahal dan terbatas merupakan latar belakang perlunya teknologi pengendalian gulma yang efektif dan efisien. Penulis menguraikan kerugian akibat gulma pada tanaman kedelai, pemahaman jenis gulma, fase kritis tanaman kedelai terhadap gulma, dan cara-cara pengendalian gulma.

Bab 9, “Roguing dan Sortasi pada Proses Produksi Benih”. Pada bab ini penulis menguraikan kelas mutu benih dan kegiatan roguing yang bertujuan menjaga kemurnian dan mutu benih. Secara terinci diuraikan cara membedakan tipe simpang, waktu dan cara melakukan roguing, karakter morfologi, agronomi dan fase pertumbuhan tanaman kedelai yang harus dipahami berkaitan dengan roguing, serta karakter morfologi penting pada varietas-varietas unggul kedelai disertai foto-foto untuk memudahkan pemanfaatannya.

Bab 10, “Teknologi Pascapanen Kedelai”. Penanganan pascapanen benih kedelai adalah tahapan kegiatan yang dimulai sejak pemanenan sampai siap disimpan atau dipasarkan. Uraian dalam bab ini memberikan informasi praktis penanganan pascapanen benih kedelai yang dapat diterapkan di tingkat produsen untuk mendapatkan benih sesuai standar mutu yang ditetapkan pemerintah.

Bab 11, “Prinsip-prinsip Pengelolaan Pascapanen untuk Mempertahankan Daya Simpan Benih Kedelai” memberikan informasi karakteristik benih kedelai, kriteria benih bermutu tinggi, faktor-faktor penyebab kemunduran benih dan upaya mempertahankan daya simpan benih.

Bab 12, “Teknologi Penyimpanan dan Invigorasi Benih Kedelai” secara rinci menguraikan teknologi penyimpanan dan teknik invigorasi benih untuk menjaga mutu benih kedelai dalam upaya mendukung sistem Jabalsim. Sistem Jabalsim merupakan sistem yang berperan penting pada penyediaan benih kedelai di Indonesia.

Bab 13, “Kelembagaan Perbenihan Kedelai di Indonesia”. Bab ini menguraikan peran penting benih pada pencapaian swasembada, upaya membangun sistem penangkaran perbenihan kedelai yang baik, serta faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam memantapkan alur benih, dan mewujudkan enam tepat dalam pemenuhan benih kedelai.

Editor

Novita Nugrahaeni

Abdullah Taufiq

Joko Susilo Utomo

TEKNOLOGI PRODUKSI BENIH KEDELAI

Abdullah Taufiq dan Andy Wijanarko

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
E-mail: taufiq.malang@gmail.com; ndy_wijanarko@yahoo.com

RINGKASAN

Kedelai di Indonesia dibudidayakan pada beragam tipe dan karakter lahan, serta musim tanam. Keberagaman lingkungan tumbuh tersebut selain berdampak positif terhadap penyediaan benih kedelai melalui sistem JABALSIM (Jalur Benih Antar Lapang Antar Musim), juga berakibat pada beragamnya pengelolaan tanaman. Pengelolaan tanaman yang baik pada prinsipnya memodifikasi kondisi lingkungan agar sesuai dengan karakter dan persyaratan tumbuh tanaman untuk meminimal-kan risiko kegagalan. Budi daya kedelai untuk tujuan benih dan konsumsi pada prinsipnya tidak berbeda, yaitu memperoleh hasil tinggi dengan kualitas baik. Agar pengelolaan tanaman kedelai optimal diperlukan pengetahuan tentang karakter tanaman, persyaratan lingkungan tumbuh, kebutuhan air dan hara bagi tanaman, serta kondisi lingkungan dimana kedelai akan dibudidayakan. Dalam tulisan ini dibahas hal-hal yang berkaitan dengan karakteristik tanaman kedelai, kesesuaian lahan, pengelolaan tanah dalam hubungannya dengan tanaman kedelai, dan prinsip-prinsip budi daya pada kondisi lingkungan yang beragam. Teknik budi daya kedelai yang sesuai dengan lingkungan menjadi salah satu jaminan menghasilkan benih bermutu.

Kata kunci: budi daya, kedelai, produksi benih

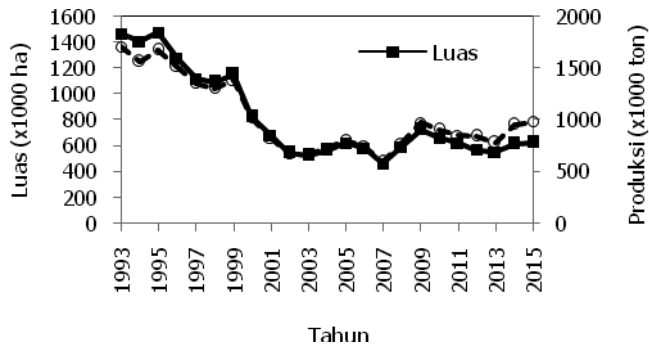
PENDAHULUAN

Selama 22 tahun (1993-2015), rata-rata luas tanam kedelai turun 2,9%/tahun dan produksi turun 1,4%/tahun (Gambar 1). Kebutuhan kedelai tahun 2008 hingga 2012 meningkat 12,9%/tahun, dan senjang (*gap*) antara produksi dengan kebutuhan makin tinggi yaitu 122% tahun 2008 menjadi 246% tahun 2012 (Rusono *et al.* 2014). Senjang yang makin lebar, luas tanam dan produksi yang cenderung turun menyebabkan Indonesia akan terus menjadi pengimpor kedelai.

Upaya yang ditempuh untuk mengurangi impor adalah meningkatkan produksi melalui peningkatan produktivitas dan penambahan areal tanam. Pulau Jawa merupakan pemasok utama kedelai nasional (70%), tetapi sulit memperluas areal tanam karena minat petani menanam kedelai semakin berkurang. Oleh karena itu, program peningkatan produktivitas difokuskan di Jawa, sedangkan perluasan

areal tanam diarahkan pada lahan suboptimal di luar Jawa. Potensi lahan sub-optimal di luar Jawa sangat luas, terdiri atas lahan kering masam (62,2 juta ha), rawa pasang surut (9,3 juta ha), lahan kering iklim kering (7,8 juta ha), rawa lebak (7,5 juta ha), dan lahan gambut (4,7 juta ha).

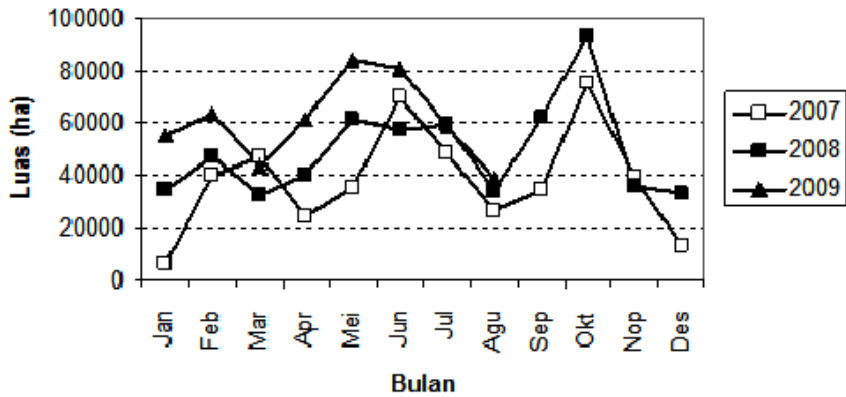
Program peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam perlu didukung benih bermutu dengan jumlah cukup dan tersedia saat dibutuhkan. Dalam kaitan hal tersebut, maka diperlukan produsen benih pada sentra-sentra produksi kedelai serta pada areal pengembangan baru.



Gambar 1. Luas tanam dan produksi kedelai tahun 1993 hingga 2015 (www.bps.go.id)

DISTRIBUSI LUAS PANEN KEDELAJ

Penen kedelai di Indonesia terjadi hampir sepanjang tahun, tetapi terluas terjadi pada bulan Februari, Mei-Juni, dan Oktober (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa musim tanam kedelai terutama pada periode bulan November, Februari-Maret, dan Juni-Juli. Musim tanam periode November dilaksanakan pada awal musim hujan pada agroekologi lahan kering dalam pola tanam kedelai-palawija lain, dan pada lahan sawah tadah hujan dengan pola tanam kedelai-padi. Musim tanam periode bulan Februari-Maret dilaksanakan pada agroekologi lahan kering dengan pola tanam palawija lain-kedelai, dan pada lahan sawah irigasi dengan pola tanam padi-kedelai-padi. Musim tanam periode bulan Juni-Juli dilaksanakan pada agroekologi lahan sawah irigasi dengan pola tanam padi-padi-kedelai, serta pada lahan pasang surut tipe C dan lahan rawa lebak dangkal dengan pola tanam padi-kedelai. **Perbedaan musim tanam merupakan peluang penyediaan benih melalui sistem JABALSIM (Jalur Benih Antar Lapang dan Musim).**



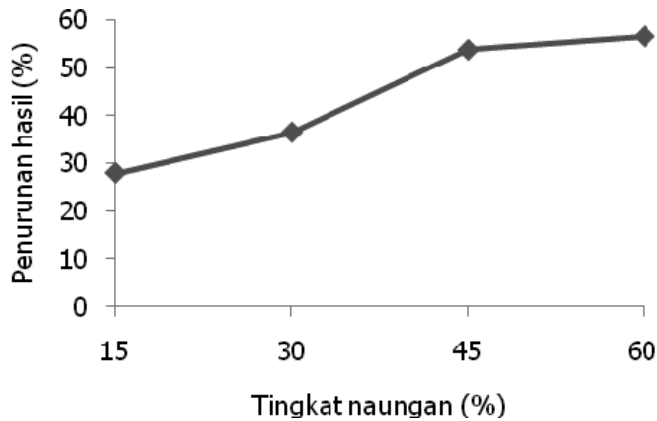
Gambar 2. Sebaran luas panen kedelai di Indonesia (Sumber: Berita Resmi Statistik No. 66/11/Th. XII, 2 November 2009)

MENGENAL TANAMAN KEDELAI

Kedelai tergolong tanaman berhari pendek, yaitu berbunga bila lama penyinaran <12 jam, dan lambat berbunga bila >16 jam. Lama penyinaran optimal adalah 10-12 jam, bila <10 jam atau >12 jam menyebabkan pembungaan lambat, serta penurunan jumlah bunga, polong, dan hasil (Arifin 2008). Penyinaran terus menerus menghasilkan pertumbuhan vegetatif lebih tinggi dibandingkan penyinaran 10 jam, tetapi produksi polong lebih rendah (Kasai 2008). Pada berbagai agroekologi, varietas kedelai di Indonesia berbunga pada umur 28-40 hari, dan panen 75-95 hari. Di wilayah subtropika dengan panjang hari 14-16 jam, kedelai berbunga pada umur 50-70 hari, dan panen 150-160 hari.

Respons kedelai terhadap intensitas penyinaran berbeda antar varietas. Varietas Pangrango lebih respons terhadap perubahan intensitas penyinaran dibandingkan varietas Wilis (Sitompul 2003). Berkurangnya intensitas sinar matahari menyebabkan ruas batang lebih panjang sehingga tanaman tumbuh lebih tinggi, tetapi jumlah daun dan polong makin sedikit, serta ukuran biji makin kecil. Berkurangnya intensitas sinar matahari sebesar 15%, 30%, 45%, dan 60% berturut-turut menurunkan hasil 28,0%, 36,5%, 53,8%, dan 56,6% (Susanto dan Sundari 2010). Hal ini menunjukkan bahwa untuk menghindari penurunan hasil >50%, maka tingkat naungan tertinggi untuk kedelai sekitar 30% (Gambar 3).

Kedelai agak peka terhadap suhu udara. Hasil-hasil penelitian tentang respons kedelai terhadap perubahan suhu udara menunjukkan bahwa suhu yang sesuai untuk semua fase pertumbuhan kedelai adalah 20-25 °C, dan suhu tertinggi yang dapat ditoleransi kedelai sekitar 30 °C (Tabel 1).



Gambar 3. Pengaruh tingkat naungan terhadap persentase penurunan hasil kedelai.

Tabel 1. Respons kedelai terhadap suhu udara.

No.	Hasil penelitian	Pustaka
1	Peningkatan suhu dari 18 °C menjadi 26 °C meningkatkan hasil, dan pada suhu >26 °C menurunkan hasil	Sionit <i>et al.</i> (1987)
2	Suhu 30 °C selama pembungaan dan pembentukan polong menghasilkan polong lebih banyak. Pembentukan polong terhambat pada suhu >40°C	Lawn dan Hume (1985)
3	Suhu udara 34°C selama pengisian biji menurunkan hasil	Dornbos dan Mullen (1991)
4	Peningkatan suhu dari 30 °C menjadi 35 °C selama fase pembungaan hingga pemasakan polong menurunkan hasil 27%	Gibson dan Mullen (1996)
5	Kecepatan pertumbuhan turun pada suhu <18 °C dan pada suhu >35 °C	Koti <i>et al.</i> (2005)
6	Suhu udara yang sesuai pada fase perkecambahan adalah 15-22°C, fase pembungaan 20-25 °C, dan fase pemasakan 15-22°C	Liu <i>et al.</i> (2008)
7	Setiap peningkatan 1°C dari suhu 30 °C berpeluang menurunkan hasil 17%	Lobell dan Asner (2003)

Suhu tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan kedelai, utamanya saat fase perkecambahan. Suhu optimal untuk perkecambahan biji adalah 24,2-32,8 °C (Tyagi dan Tripathi 1983). Pada suhu 30 °C, perkecambahan biji 36 jam (sekitar 1,5 hari) lebih cepat dibandingkan pada suhu 15 °C (Seong *et al.* 2010). Biji akan berkecambah bila sudah menyerap air 60-70%. Dalam waktu 48 jam (2 hari), kedelai yang berbiji kecil dan sedang sudah menyerap air 70%, sedangkan biji besar menyerap air kurang dari 30%. Oleh karena itu, kedelai yang berbiji kecil sampai sedang umumnya lebih cepat berkecambah dibandingkan yang berbiji besar.

Kandungan air tanah optimal untuk perkecambahan adalah 10-15% (Tyagi dan Tripathi 1983). Kandungan air yang lebih rendah dari 10% atau lebih tinggi dari 15% akan berpengaruh terhadap kecepatan perkecambahan biji.

Kedelai dapat tumbuh pada tanah bertekstur ringan hingga berat. Faktor penting yang harus diperhatikan adalah tingkat kepadatan tanah. Kepadatan tanah biasanya ditunjukkan oleh nilai bobot isi tanah (BV), ketahanan penetrasi tanah. Makin tinggi nilai BV atau ketahanan penetrasi tanah menunjukkan tanah makin padat. Nilai BV tanah yang baik untuk kedelai adalah 1,29-1,33 kg/m³ (Botta *et al.* 2004; Rismaneswati 2006), dan ketahanan penetrasi tanah <0,85 Mpa (Beutler *et al.* 2005). Hal ini berarti tanah yang padat kurang baik untuk pertumbuhan kedelai.

Kedelai dapat tumbuh baik hingga ketinggian tempat 1000 m di atas permukaan laut (dpl). Kondisi pH tanah optimal adalah 5,5-7,5. Kedelai peka terhadap salinitas, dan peka terhadap genangan.

KESESUAIAN LAHAN UNTUK KEDELAI

Peraturan Kementan Nomor 79/Permentan/OT.140/8/2013 Tentang Pedoman Kesesuaian Lahan Pada Komoditas Tanaman Pangan menyebutkan bahwa kesesuaian lahan terdiri atas 4 kategori, yaitu sangat sesuai, cukup sesuai, agak sesuai, dan tidak sesuai (Tabel 2). Pedoman FAO (1976) dan Naidu *et al.* (2006) dalam beberapa komponen lingkungan memberikan arahan yang lebih jelas dan spesifik, sehingga perlu disertakan untuk menggantikan/melengkapi kesesuaian lahan menurut Peraturan Kementan tersebut. Kriteria yang digunakan umumnya mengacu pada persyaratan tumbuh kedelai (sebagian sudah diuraikan dalam subbab MENGENAL TANAMAN KEDELAI).

Produksi benih kedelai sebaiknya dilaksanakan pada lahan dengan tingkat kesesuaian tertinggi dari kondisi lahan yang ada di masing-masing wilayah. Dengan kata lain, ditempatkan pada lahan dengan kendala paling sedikit.

TEKNOLOGI PRODUKSI BENIH KEDELAI

Perbedaan prinsip teknologi budi daya kedelai untuk tujuan benih dengan untuk konsumsi terletak pada kegiatan pengawalan mutu, yaitu adanya kegiatan roguing (akan dibahas tersendiri).

Tabel 2. Kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai.

No	Komponen lingkungan	Kriteria kesesuaian			
		Sangat sesuai (S1)	Cukup sesuai (S2)	Agak sesuai (S3)	Tidak sesuai (N)
1	Tinggi tempat (m dpl)	<700	700-1.000	1.000-1.300	>1.300
2	Naungan (%)	8	8-15	15-25	>25
3	Curah hujan (mm/th)	1.000-1.500	1.500-2.500	2.500-3.500	>3.500
4	Curah hujan (mm/periode tanaman)	300-400	700-1.000	500-700	<500
5	Ketersediaan air irigasi	5-6 kali	200-300	100-200	<100
6	Tekstur tanah	Agak halus-Halus	400-600	600-900	>900
7	pH- (H ₂ O)	6,0-6,5	6,6-7,0	4,5-5,0	<4,5
8	Kejenuhan Al (%)	<8	5,0-6,0	7,0-7,5	>7,5
9	Kand. C- organik (%)	Tinggi (>3)	8-15	15-20	>20
10	N total (%)	>0,5	Sedang (2-3)	Rendah (1-2)	Sangat rendah (<1)
11	P ₂ O ₅ (ppm)	>15	0,2-0,5	0,1-0,2	<0,1
	Metode Bray I	>20	9-15	4-10	<4
	Metode Olsen		10-20	5-11	<5
12	K-dd (me/100 g)				
	KTK <10	>0,3	0,2-0,3	0,1-0,2	<0,1
	KTK 10-25	>0,5	0,3-0,5	0,2-0,3	<0,2
	KTK >25	>0,8	0,5-0,8	0,3-0,5	<0,3
13	Suhu udara (°C)	23-25	20-23	18-20	<18
			25-28	28-32	>32
14	Kemiringan lahan (%)	< 3	3-8	8-15	>15
15	Kedalaman tanah (cm)	>50	30-50	20-30	<20
16	Drainase	Baik, sedang	Agak cepat, agak terhambat	Terhambat	Sangat terhambat, cepat
17	Ketebalan gambut (cm)	-	-	< 60	>60
18	Salinitas (dS/m)	< 4	4 - 6	6 - 8	> 8
19	Kejenuhan Na (%)	< 15	15 - 20	20 - 25	> 25
20	Kedalaman bahan sulfidik (cm)	> 100	75 - 100	40 - 75	< 40
21	Batuan di permukaan (%)	< 5	5 - 15	15 - 40	> 40

Keterangan: komponen lingkungan no. 1-12 berdasarkan FAO (1976) dan Naidu *et al.* (2006); komponen lingkungan no. 13-21 berdasarkan peraturan Kementan Nomor 79/Permentan/OT.140/8/2013.

Pemilihan Lahan

Kriteria lahan yang akan digunakan untuk produksi benih kedelai adalah sebagai berikut:

- Lahan bukan bekas pertanaman kedelai musim tanam sebelumnya.
- Memiliki kesuburan tinggi, datar, tidak bermasalah dengan hara.
- Memiliki fasilitas pengairan dan tata air yang baik.
- Bukan endemik hama atau penyakit.
- Aman dari gangguan ternak.

Selain syarat-syarat di atas, juga selalu memperhatikan kelas kesesuaian lahan seperti dijelaskan sebelumnya (Tabel 2).

Persiapan Benih

- Gunakan varietas yang disukai konsumen/pasar.
- Siapkan benih sesuai luasan yang akan ditanami. Untuk kedelai berbiji sedang 45-50 kg/ha, dan kedelai berbiji besar 55-60 kg/ha.
- Gunakan benih berkualitas baik, dengan indikator kejelasan varietas, kemurnian benih, daya tumbuh, dan masa kadaluarsa.

Persiapan Lahan

- Bersihkan lahan dari gulma (bisa dengan herbisida) maupun bekas tanaman sebelumnya.
- Pengolahan tanah:
 - ✓ Pada lahan sawah irigasi dimana kedelai ditanam setelah padi, tidak perlu pengolahan tanah.
 - ✓ Pada lahan sawah tadah hujan dimana kedelai ditanam pada awal musim hujan, atau pada lahan kering, perlu dilakukan pengolahan tanah untuk mengurangi kepadatan tanah.
 - ✓ Pada lahan pasang surut tidak perlu dilakukan pengolahan tanah.
- Saluran drainase dibuat secukupnya. Pada tanah berat atau kondisi curah hujan tinggi, saluran drainase dibuat setiap 2 m. Pada tanah ringan-sedang setiap 3-4 m. Kedalaman saluran 25-30 cm, dan lebar 20-25 cm.

Isolasi Jarak

Bunga kedelai tergolong berumah satu (*monocious*), artinya bunga jantan dan betina ada dalam satu bunga. Yoshimura *et al.* (2006) mengulas hasil-hasil penelitian di beberapa negara dan menyatakan bahwa tingkat penyerbukan silang pada jarak rapat (jarak tidak disebut) di USA umumnya <0,5%, di Korea 0,62% dan di Jepang 0,14% pada jarak antar baris 0,14 m. Hasil penelitian Yoshimura *et al.* (2006) menunjukkan bahwa tingkat penyerbukan silang pada jarak antar baris 0,7 m, 2,1 m, dan 10,5 m berurut-turut adalah 0,16-0,19%, 0,052%, dan 0%. Penyerbukan silang karena angin juga sangat rendah, yaitu 0,18 polen/cm²/hari. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadinya penyerbukan silang antar varietas kedelai yang ditanam berdekatan relatif kecil. Tetapi untuk menghindari kemungkinan terjadinya persilangan antar varietas, dan tercampurnya varietas secara mekanis (misalnya selama tanam dan panen), maka dianjurkan ada pemisahan jarak antar varietas minimal 3 m.

Penanaman

Lahan sawah

- Pada lahan sawah bekas padi, tanam paling lambat 6 hari setelah padi dipanen, dan manfaatkan jerami untuk mulsa. Cara tanam tugal teratur dengan jarak tanam 40x15 cm. Pada lahan subur dapat digunakan jarak tanam 40x20 cm atau 50x15 cm. Jumlah biji 2-3 biji/lubang.

- Pada lahan yang tidak memungkinkan tanam secara tugal, misalnya karena tanah sangat lembab, dapat dilakukan dengan sebar teratur dalam alur (dilarik), jarak antar baris 40 cm, sedangkan jarak dalam baris disesuaikan dengan kebutuhan benih per m^2 (*seed rate*). Kebutuhan benih kedelai berbiji sedang adalah $4,5 \text{ g/m}^2$, dan berbiji besar 6 g/m^2 . Jumlah benih ini dimaksudkan untuk mendapatkan populasi tanaman optimal.
- Jika diketahui lahan endemik hama/penyakit yang menyerang saat fase kecambah, gunakan perlakuan benih dengan pestisida berbahan aktif (b.a) fipronil (misalnya Regent), atau b.a thiametoxam (misalnya Cruiser) dengan dosis sesuai anjuran formulator.
- Tutup lubang tanam agar kelembaban tanah terjaga, benih terlindung dari pengaruh panas dan dimakan serangga, serta agar benih cepat tumbuh serempak.
- Bila diperlukan, lakukan penjarangan setelah tanaman berumur 15 hari, disisakan 2 tanaman/rumpun.

Lahan kering

- Tanam dilakukan jika tanah sudah cukup lembab (kandungan air tanah 10-15%).
- Cara tanam tugal teratur, jarak tanam $40 \times 15 \text{ cm}$. Pada lahan subur dapat digunakan jarak tanam $40 \times 20 \text{ cm}$ atau $50 \times 15 \text{ cm}$. Jumlah biji 2-3 biji/lubang.
- Tanam dapat juga dilakukan dengan cara dilarik mengikuti alur bajak, jarak antar baris 40 cm, sedangkan jarak dalam baris disesuaikan dengan kebutuhan benih per m^2 (*seed rate*). Kebutuhan benih kedelai berbiji sedang adalah $4,5 \text{ g/m}^2$, dan berbiji besar 6 g/m^2 . Jumlah benih ini dimaksudkan untuk mendapatkan populasi tanaman optimal.
- Pada tumpangsari dengan ubikayu baris ganda, jarak tanam ubikayu 3 m antar baris ganda dan ($60 \times 70 \text{ cm}$) dalam baris ganda, maka kedelai dapat ditanam sebanyak 4 baris dengan jarak tanam $40 \times 15 \text{ cm}$, atau 5 baris dengan jarak tanam $30 \times 20 \text{ cm}$. Jumlah baris pada prinsipnya menyesuaikan dengan ruang yang ada. Jarak barisan kedelai dengan ubikayu minimal 50 cm.
- Pada tumpangsari dengan tebu sistem juring ganda, yaitu 150 cm antar juring ganda dan ($50 \times 50 \text{ cm}$) dalam juring ganda, diantara baris ganda tebu dapat ditanami kedelai 3 baris dengan jarak tanam $30-35 \times 20 \text{ cm}$.
- Pada tumpangsari dengan tanaman tahunan, misalnya pada lahan perkebunan atau lahan hutan, maka jarak tanam kedelai $40 \times 15 \text{ cm}$, dan jarak dengan tanaman tahunan minimal 50 cm.
- Jika diketahui lahan endemik hama/penyakit yang menyerang saat fase kecambah, gunakan perlakuan benih dengan pestisida berbahan aktif (b.a) fipronil (misalnya Regent), atau b.a thiametoxam (misalnya Cruiser) dengan dosis sesuai anjuran formulator.

- Tutup lubang tanam agar kelembaban tanah terjaga, benih terlindung dari pengaruh panas dan serangga pemakan biji, serta agar benih cepat tumbuh serempak.
- Bila diperlukan, lakukan penjarangan setelah tanaman berumur 15 hari, disisakan 2 tanaman/rumpun.

Pemupukan dan Pengapuran

Pengelolaan kesuburan pada prinsipnya didasarkan pada status unsur hara, dan berdasar pengujian respons tanaman. Status unsur hara tanah untuk tanaman kedelai disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi unsur hara untuk kedelai (disarikan dari berbagai sumber).

Unsur hara	Metode analisis	Satuan	Klasifikasi			
			Batas kritis	Rendah	Tinggi	Optimal
N	Kjeldahl	%		<0,1		
P	Bray 1	ppm P ₂ O ₅	7	<8	>20	
P	Olsen	ppm P ₂ O ₅		<80	>80	
P	Bray 2	ppm P ₂ O ₅		<12	>36	
K	NH ₄ -asetat	me/100 g	0,2-0,3			
Mg	-	ppm Mg	50			
Mg	NH ₄ -asetat	me/100 g				1,4
Ca	NH ₄ -asetat	me/100 g				2,8
Mn	DTPA	ppm	3,3			
B		ppm	0,2-0,5	<1	>5	

Sumber: Nursyamsi (2006), Nursyamsi dan Fajri (2004), Franzen (2013), Wijanarko *et al.* (2006)

Berdasarkan status unsur hara, anjuran dosis pemupukan seperti pada Tabel 4. Berdasarkan keragaan pertumbuhan tanaman yang optimal (respons tanaman), dosis pemupukan pada berbagai tipe lahan seperti pada Tabel 5.

Sebanyak 75-80% dari total serapan NPK terjadi pada saat tanaman berumur 6-7 minggu (fase berbunga-polong isi penuh). Translokasi NPK ke biji maksimum terjadi saat tanaman pada fase polong mulai isi, dan sekitar 50% dari total serapan berasal dari batang dan daun, sisanya diserap dari tanah. Oleh karena itu, pemupukan sebaiknya diaplikasikan sebelum tanaman mendekati fase berbunga.

Dosis pengapuran beragam tergantung pH tanah awal dan tekstur tanah. Sebagai pedoman dapat digunakan Tabel 6.

Kebutuhan kapur dapat juga dihitung berdasarkan pendekatan (Kamprath 1984; Wade *et al.* 1986):

- a. Kandungan Al-dapat tukar (Al-dd) lapisan tanah atas. Untuk tanah masam di daerah tropis mengikuti persamaan:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (t/ha)} = \text{Faktor} \times \text{Al-dd (dalam me Al/100 g tanah)}$$

Nilai “faktor” tergantung karakteristik tanaman dan jenis tanah. Untuk kedelai dosis pengapuran $1/2-3/4 \times \text{Al-dd}$ sudah cukup (Taufiq dan Kuntiyastuti 2005; Taufiq *et al.* 2007). Secara umum untuk setiap 1 me

Al/100 g tanah dibutuhkan 1,5 me Ca atau setara dengan 1,65 t/ha CaCO₃.

b. Berdasarkan kejenuhan Al-dd, dengan rumus:

$$BK \text{ (t/ha)} = \{(\text{kejenuhan Al-dd} - 0,20) \times \text{KTK efektif}\} \times Y$$

BK: jumlah bahan kapur yang dibutuhkan, kejenuhan Al-dd: kejenuhan Al-dd terhadap KTK efektif dan dalam satuan persen, KTK efektif: diperoleh dari penjumlahan kation (Ca, K, Mg, Na, H, dan Al) dapat ditukar (dd), Y: faktor koreksi sebesar 1,65 jika menggunakan kapur kalsit (CaCO₃), dan 1,51 jika menggunakan dolomit.

Pengairan

Secara umum, selama pertumbuhan kedelai (85-100 hari) membutuhkan air 300-450 mm atau 2,5-3,3 mm/hari. Kebutuhan air selama periode vegetatif adalah 126 mm dan selama periode generatif 203 mm.

Kebutuhan air meningkat dan mencapai maksimum saat fase mulai pengisian polong (fase R5). Jumlah air yang dibutuhkan dapat diperkirakan dari jumlah air yang menguap melalui tanah dan tanaman (*evapotranspirasi*). Sebagai contoh, evapotranspirasi varietas Dering 1, Panderman, dan galur hasil mutasi dari varietas Panderman (GnK) pada awal berbunga (fase R1) adalah 100-150 ml/2 tanaman/hari kemudian pada fase R5 meningkat menjadi 300-550 ml/2 tanaman/hari (Gambar 4).

Kekurangan air selama fase generatif (mulai berbunga hingga pemasakan polong) menurunkan hasil 34%-46%. Berdasarkan kandungan air tanah, hasil kedelai yang tinggi dicapai pada kandungan air tanah 70-85% dan 62-75% dari kandungan air pada kapasitas lapang berturut-turut pada tanah bertekstur berat dan tanah bertekstur ringan.

Fase kritis adalah saat perkecambahan, awal pertumbuhan vegetatif, saat berbunga, dan saat pengisian polong. Oleh karena itu, perlu diupayakan agar tanaman kedelai tidak tercekam kekeringan pada fase-fase tersebut. Jika curah hujan terbatas dan air irigasi tersedia, berikan pengairan pada 3-4 hari sebelum tanam, umur 2-3 minggu, 4-5 minggu, dan 8-9 minggu setelah tanam.

Tabel 4. Acuan dosis pemupukan N, P, dan K untuk kedelai pada berbagai agroekosistem berdasarkan status unsur hara.

Agro-ekologi	Status hara	Kadar N total (%)	Kadar tanah (mg P ₂ O ₅ /100 g) ¹⁾	Kadar K tanah (mg K ₂ O/100 g) ¹⁾	Dosis Urea (kg/ha) ²⁾			Dosis SP36 (kg/ha) ²⁾			Dosis KCl (kg/ha) ²⁾		
					A	B	C	A	B	C	A	B	C
Lahan sawah	Rendah	<0,2	<20	<10	50-75	50	25	75-100	75-100	50-75	100	75-100	75
	Sedang	0,2-0,5	20-40	10-20	25-50	25	0-25	50-75	50-75	0-50	100	75	50
	Tinggi	>0,5	>40	>20	0	0	0	0-25	0-25	0	0	0	0
Lahan kering non masam	Rendah	<0,2	<20	<10	50-75	50	50	75-100	75-100	50-75	100	75	75
	Sedang	0,2-0,5	20-40	10-20	25-50	25	0-25	50-75	50-75	0-50	75	50	50
	Tinggi	>0,5	>40	>20	0	0	0	0-25	0-25	0	0	0	0
Lahan kering masam	Rendah	<0,2	<20	<10	75	50	50	100-	100-	50-75	75-100	75	75
	Sedang	0,2-0,5	20-40	10-20	50	25	25	150	150	50	75-100	50	50
	Tinggi	>0,5	>40	>20	0	0	0	50	50	25	75	50	25
Lahan pasang surut	Rendah	<0,2	<20	<10	75	50	50	75-100	75-100	50-75	100-150	75	75
	Sedang	0,2-0,5	20-40	10-20	50-75	25	25	50-75	50-75	0-50	75-100	50	50
	Tinggi	>0,5	>40	>20	25-50	25-50	0-25	0-25	0-25	0	50-75	0-25	0-25

Keterangan:

1)Ekraksi dengan HCl 25 %

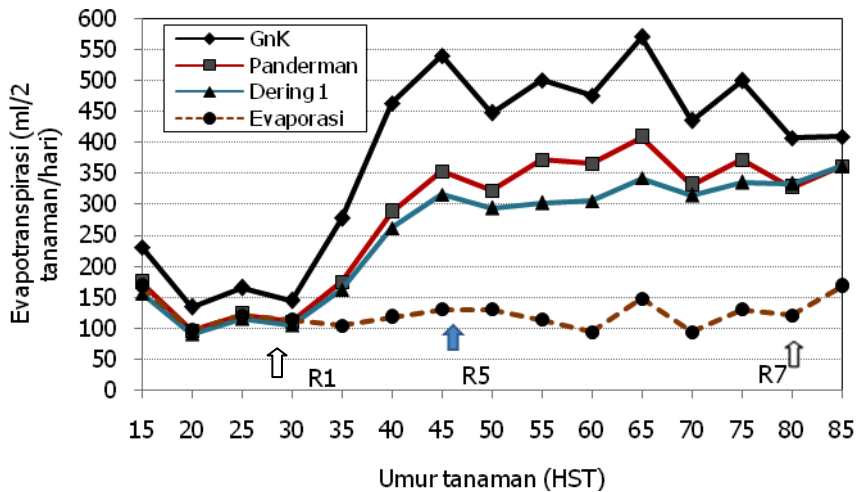
2)/A = Tanpa jerami dan pupuk kandang; B = Jerami dikembalikan sebagai mulsa; C = disertai pupuk kandang dosis 2 t/ha =

Tabel 5. Dosis pemupukan kedelai pada berbagai agroekologi berdasarkan respons tanaman.

Macam bahan	Lahan sawah	Lahan kering non masam	Lahan kering masam	Lahan pasang surut	Lahan hutan	Keterangan
Phonska (kg/ha)	150-200	200	200	150	200	Disebar di antara barisan tanaman saat umur 15-20 hari.
SP36 (kg/ha)	50-100	50-100	100-150	100-150	100-150	SP36 seluruhnya disebar sebelum tanam
Pupuk kandang/ organik (t/ha)	0,5-1	1-2	1-2	1-2	1-2	Disebar sebelum tanam atau bersamaan tanam untuk menutup benih
Dolomit (t/ha)	-	-	0,75-1	0,75-1	-	Lahan kering: bersamaan pengolahan tanah. Lahan pasang surut: Dicampur pupuk kandang disebar sebelum tanam atau sepanjang barisan tanaman untuk menutup benih

Tabel 6. Penentuan dosis pengapuran berdasarkan pH tanah awal dan tekstur tanah.

Nilai pH tanah	Kebutuhan kapur (t/ha)		
	Tekstur halus	Tekstur sedang	Tekstur agak kasar/kasar
4,0 – 4,5	2,0 - 2,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5
4,5 – 5,0	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	0,5 – 1,0
5,0 – 5,5	1,0 – 1,5	0,7 – 1,0	0,5- 0,7

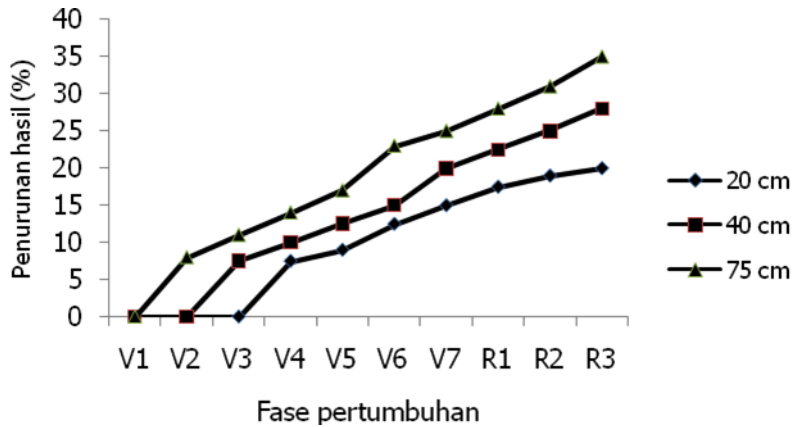


Gambar 4. Kebutuhan air selama fase pertumbuhan berdasar laju evapotranspirasi (sumber: Taufiq dan Zulhedi 2015).

Penyiangan

Gulma berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. Saat penyiangan menentukan tingkat penurunan hasil (Gambar 5). Penyiangan tergantung kondisi gulma, minimal dilakukan 2 kali yaitu saat umur 15-20 hari dan 45 hari. Pada penyiangan ke-1, ikuti dengan penggemburan tanah (jika diperlukan).

Pengendalian gulma dapat menggunakan herbisida, tapi jangan sampai terkena tanaman kedelai. Herbisida yang spesifik untuk gulma berdaun sempit lebih baik, untuk meminimalkan pengaruh negatif terhadap kedelai. Masalah penggunaan herbisida untuk pengendalian gulma secara rinci akan dibahas tersendiri.



Gambar 5. Pengaruh saat penyiangan terhadap penurunan hasil kedelai. Dari fase Vn ke V(n+1) 5-7 hari, fase R1 sampai R3 (perkembangan polong) selama sekitar 15 hari. Fase R5 adalah mulai pengisian polong (Sumber: Odeleye *et al.* 2007).

PENUTUP

Berdasarkan uraian di atas, dapat disarikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Budi daya kedelai untuk tujuan benih tidak berbeda dengan untuk tujuan konsumsi, kecuali adanya kegiatan *roguing* (membuang tanaman yang menyimpang).
2. Pemahaman yang baik tentang karakter tanaman kedelai sangat membantu dalam pengelolaan tanaman untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil yang maksimal.
3. Pertumbuhan tanaman kedelai harus baik sebelum tanaman berbunga.
4. Fase kritis kedelai terhadap air adalah saat perkecambahan, awal pertumbuhan vegetatif, saat berbunga, dan saat pengisian polong. Pada fase-fase tersebut jangan sampai terjadi kekurangan air.
5. Gulma harus dikendalikan setidaknya hingga tanaman berumur 45 hari.
6. Dengan menerapkan prinsip-prinsip budi daya kedelai untuk produksi benih, akan diperoleh tingkat produksi yang optimal dengan kualitas baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin. 2008. Respons tanaman kedelai terhadap lama penyinaran. *J. Agrivita* 30(1): 61-66.
- Berita Resmi Statistik No. 66/11/Th. XII, 2 November 2009.
- Beutler, A.N., J.F. Centurion and A.P. da Silva. 2005. Soil resistance to penetration and least limiting water range for soybean yield in a Haplustox from Brazil. *Brazilian Archives of Biol. and Tech.* 48(6): 863-871.

- Botta, G.F., D. Jorajuria, R. Balbuena, and H. Rosatto. 2004. Mechanical and cropping behavior of direct drilled soil under different traffic intensities: effect on soybean (*Glycine max* L.) yields. *Soil & Tillage Res.* 78:53-58.
- Dornbos, D.L.Jr., and R.E. Mullen. 1991. Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination, and seedling growth rate. *J. of Plant Sci.* 71:373-383.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. *Soils Bulletin* 32, Food and Agric. Org. of the United Nations, Rome, Italy.
- Franzen, D.W. Soybean Soil Fertility. <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/soilfert/sf1164w.htm>. Diakses tanggal 24 Maret 2003.
- Gibson, L.R. and R.E. Mullen. 1996. Influence of day and night temperature on soybean seed yield. *Crop Sci.* 36:98-104.
- Kamprath, E.J. 1984. Crops response to lime on soil in the tropics. In Adams, F (edt). *Soil Acidity and Liming*. Agron. Series No. 12. ASA, Inc., Madison. P. 349-368.
- Kasai, M. 2008. Effect of growing soybean plants under continuous light on leaf photosynthetic rate and other characteristics concerning biomass production. *J. of Agron.* 7(2):156-162.
- Koti, S., K.R. Reddy, V.G. Kakani, D. Zhao, and V.R. Reddy. 2005. Interactive effects of carbon dioxide, temperature and ultraviolet-B radiation on flower and pollen morphology, quantity and quality of pollen in soybean (*Glycine max* L.) genotypes. *J. Exp. Bot.* 56:725-736.
- Lawn, R.J. and D.J. Hume. 1985. Response of tropical and temperate soybean genotypes to temperature during early reproductive growth. *Crop Sci.* 25:137-142.
- Liu, X.J. Jian, W. Guanghua, and S.J. Herbert. 2008. Soybean yield physiology and development of high-yielding practices in Northeast China. *Field Crops Res.* 105:157-171.
- Lobell, D.B. and G.P. Asner. 2003. Climate and management contributions to recent trends in U.S. Agric. yields *Sci.* 299:1032.
- Naidu, L.G.K., V. Ramamurthy, O. Challa, R. Hegde and P. Krishnan. 2006. *Manual Soil-Site Suitability Criteria for Major Crops*. Nat. Bureau of Soil Survey and Land Use Planning No. 129. Nagpur, India. 118 pp.
- Nursyamsi, D. 2006. Kebutuhan hara kalium tanaman kedelai di tanah Ultisol. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan* 6(2):71-81.
- Nursyamsi, D. dan Nurul Fajri. 2004. Metode ekstraksi dan batas kritis hara fosfor tanah Vertisol untuk kedelai (*Glycine max* L.). *J. Ilmu Pert.* No. 18.
- Odeleye F. O., O. M. O. Odeleye, and O. A. Dada. 2007. The performance of soybean (*Glycine max* (L.) merrill) under varying weeding regimes in South Western Nigeria. *Not. Bot. Hort. Agrobot.* 35(1):27-36.
- Rismaneswati. 2006. Pengaruh terracottem, kompos, dan mulsa jerami terhadap sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah Alfisol. *J. Agrivigor* 6(1):49-56.
- Rusono, N., A. Suanri, A. Candradijaya, A. Muharam, I. Martino, Tejaningsih, P. Utomo, Hadi, Sri H. Susilowati, dan M. Maulana. 2014. Studi Pendahuluan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan Dan Pertanian 2015-2019. Direktorat Pangan dan Pertanian, Bappenas Gedung TS. 2A, Lantai 5, Jl. Taman Suropati No.2 Jakarta Pusat, 10310.

- Seong, R.C., H.C. Minor, and E. Hi Hong. 2010. Effect of temperature, seed water content and osmoconditioning on germination and seedling elongation of soybean. *Korean J. Crop Sci.* 31(4):447-453.
- Sionit, N., B.R. Strain, and E.P. Flint. 1987. Interaction of temperature and CO₂ enrichment on soybean growth and dry matter partitioning. *Can. J. Plant Sci.* 67:59-67.
- Sitompul, S.M. 2003. Potensi produksi dan pengembangan teknologi kedelai dan jagung dalam sistem agroforestri. Lap. Penel. Hibah Bersaing. Univ. Brawijaya, Malang.
- Susanto, G.W.A., dan T. Sundari, 2010. Pengujian 15 genotipe kedelai pada kondisi intensitas cahaya 50% dan penilaian karakter tanaman berdasarkan fenotipnya. *J. Biol. Indonesia* 6(3):459-471.
- Taufiq, A. dan H. Kuntastyuti, 2005. Pemupukan dan pengapuran pada varietas kedelai toleran lahan masam di Lampung. *J. Penel. Pert. Tan. Pangan* 24(3):5-10.
- Taufiq, A. dan Y. Zulhedi. 2015. Pengujian galur harapan mutan kedelai terhadap cekaman kekurangan air. Lap. Penel. Kerjasama Balitkabi-Batan.
- Taufiq, A., H. Kuntastyuti, Marwoto, dan Darman, M.A, 2007. Perbaikan budi daya kedelai di lahan kering masam Lampung. *J. Penel. Pert. Tan. Pangan* 26(1):1-7.
- Tyagi, S.K and R. P. Tripathi. 1983. Effect of temperature on soybean germination. *Plant and Soil* 74(2):273-280.
- Wade, M.K., M. Al-Jabri, dan M. Sudjudi, 1986. The effect of liming on soybean yield and soil acidity parameters of three Red-Yellow Podzolic soils of West Sumatra. *Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk.* 6:1-8.
- Wijanarko, A., A. Taufiq, dan A.A. Rahmianna, 2006. Evaluasi keharaan P, K dan Ca tanaman kedelai pada lahan kering masam Lampung Tengah. *J. Wacana Pert.* V(1):12-18.
- Yoshimura, Y., K. Matsuo and K. Yasuda, 2006. Gene flow from GM glyphosate-tolerant to conventional soybeans under field conditions in Japan. *Environ. Biosafety Res.* 5:169-173.

PENGENALAN DAN KARAKTERISTIK VARIETAS UNGGUL KEDELAI

Gatut Wahyu Anggoro Susanto dan Novita Nugrahaeni

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
email : gatut_wahyu2016@yahoo.com

RINGKASAN

Varietas unggul kedelai di Indonesia dirakit untuk beragam tujuan. Sampai dengan tahun 2016, pemerintah telah melepas 83 varietas unggul kedelai. Varietas-varietas tersebut mempunyai keragaman keunggulan dan karakteristik, baik karakteristik morfologi maupun agronomi. Keunggulan suatu varietas dapat dinilai berdasarkan potensi hasil, umur masak, ukuran biji, mutu biji, ketahanan terhadap cekaman biotik atau abiotik, dan lingkungan adaptasi. Memahami keunggulan varietas akan memudahkan pengguna menentukan pilihan varietas, dan memahami karakteristik varietas berguna untuk menjaga kemurnian dan mutu genetik varietas. Diantara varietas unggul terbaru, yang dilepas pada periode tahun 2014-2016 adalah Mutiara 2 dan Mutiara 3 (kedelai hitam), Demas 1 (kedelai adaptif lahan masam), Dena 1 dan Dena 2 (kedelai toleran naungan), Devon 1 (kedelai dengan kandungan isoflavon tinggi), Dega 1 (kedelai umur genjah, biji besar), Deja 1 dan Deja 2 (kedelai toleran jenuh air).

Kata kunci : *Glycine max* L, karakteristik, keunggulan, varietas

PENDAHULUAN

Varietas tanaman yang selanjutnya disebut varietas adalah sekelompok tanaman dari suatu jenis atau spesies yang ditandai oleh bentuk tanaman, pertumbuhan tanaman, daun, bunga, buah, biji, dan ekspresi karakteristik genotipe atau kombinasi genotipe yang dapat membedakan dari jenis atau spesies yang sama oleh sekurang-kurangnya satu sifat yang menentukan dan apabila diperbanyak tidak mengalami perubahan. Varietas unggul adalah varietas yang telah dilepas pemerintah, yang mempunyai kelebihan dalam potensi hasil dan/atau sifat-sifat lainnya (Permentan No. 61/2011).

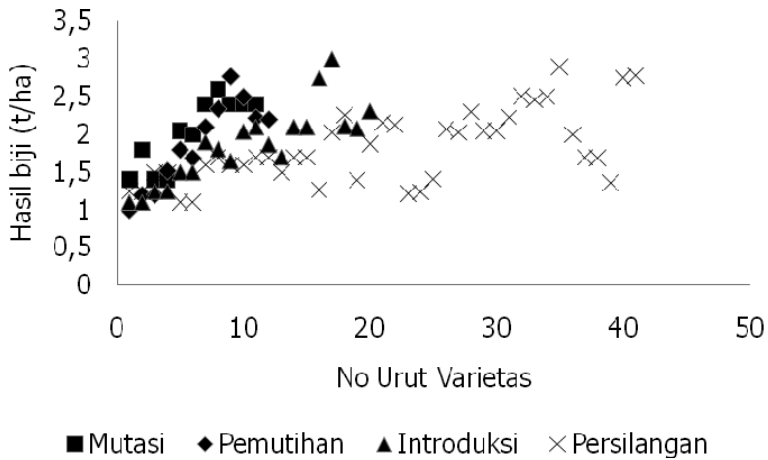
Pada kurun waktu tahun 1918 hingga 1982 Indonesia telah memiliki 12 varietas kedelai yang beragam karakter morfologi dan adaptasinya, namun dengan rata-rata hasil biji kurang dari 1,5 t/ha. Varietas yang dilepas setelah tahun 1982, mempunyai rata-rata hasil biji kedelai lebih tinggi yaitu 1,5 hingga 1,9 t/ha, dan

mulai tahun 1995 hingga 2015 rata-rata hasil biji kedelai telah mencapai lebih dari 2 t/ha (Balitkabi 2015). Varietas unggul yang dilepas di Indonesia cukup banyak, namun hanya sekitar 15% yang berkembang luas. Keadaan demikian terkait dengan arus informasi yang lambat, petani belum yakin akan keunggulan varietas baru, atau benih tidak tersedia ditempat produksi. Oleh karena itu upaya penyuluhan, demonstrasi varietas, ataupun bentuk diseminasi/ promosi lain perlu lebih digiatkan agar informasi varietas cepat sampai di lahan petani. Bimbingan teknis merupakan salah satu media yang efektif untuk menyampaikan informasi kemajuan teknologi, termasuk varietas unggul, kepada agen penyebaran dan pengguna teknologi.

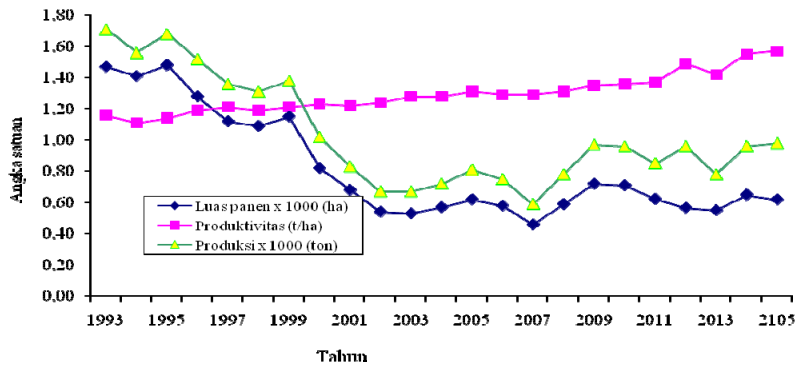
VARIETAS UNGGUL KEDELAJ

Salah satu inovasi teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas kedelai adalah varietas unggul. Dalam kurun waktu tahun 1918 hingga 2015 terdapat 83 varietas kedelai yang telah dilepas dan diupayakan disebarkan kepada petani. Varietas-varietas unggul tersebut memiliki keragaman karakter potensi hasil, umur panen, ukuran biji, warna kulit biji, ketahanan terhadap cekaman biotik/abiotik, dan wilayah adaptasi. Varietas unggul kedelai di Indonesia dikembangkan dari berbagai cara, yakni melalui program pemuliaan dengan persilangan buatan (44 varietas), mutasi (7 varietas), melalui introduksi yaitu mendatangkan varietas atau bahan seleksi dari luar negeri (20 varietas), dan melalui pemutihan varietas lokal (12 varietas). Nomor urut varietas menunjukkan urutan tahun dilepas, dan terlihat pada Gambar 1 bahwa keempat cara pengembangan varietas menunjukkan peningkatan produktivitas pada varietas yang dilepas lebih akhir.

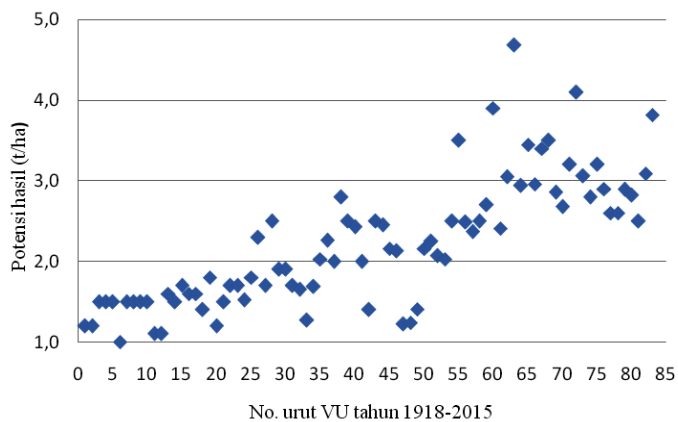
Teknologi yang paling banyak dirasakan petani adalah varietas, oleh karena itu varietas harus terus diperbaiki seiring dengan perkembangan hama-penyakit serta cekaman lainnya. Selain hal tersebut, pembentukan varietas baru juga sebaiknya mengikuti preferensi pengguna, terutama petani. Keragaman varietas diperlukan agar tersedia pilihan varietas bagi pengguna. Umur genjah, ukuran biji, dan potensi hasil merupakan karakter-karakter penting dalam pengambilan keputusan petani Indonesia dalam mengadopsi varietas unggul baru. Gambar 2 menyajikan produktivitas hasil biji kedelai pada kurun waktu 1993 hingga 2015. Peningkatan rata-rata produktivitas kedelai nasional tidak menunjukkan peningkatan yang tajam yaitu bergerak dari 1,0-1,5 t/ha (Gambar 2), tidak linier dengan peningkatan produktivitas varietas unggul yang dilepas (Gambar 3).



Gambar 1. Hasil biji pada varietas kedelai yang dikembangkan dengan cara mutasi, pemutihan, introduksi, dan persilangan.



Gambar 2. Perkembangan luas panen, produktivitas, dan produksi kedelai nasional pada kurun waktu 1993-2015. (Sumber : BPS, 2015).



Gambar 3. Distribusi potensi hasil pada 83 varietas unggul kedelai yang dilepas pada kurun tahun 1918-2015.

VARIETAS UNGGUL KEDELAI POPULER

Tanaman kedelai merupakan salah satu tanaman yang peka terhadap perubahan kondisi iklim. Untuk kondisi lahan yang berbeda, pilihan varietas harus disesuaikan. Wilis merupakan varietas unggul kedelai yang banyak diminati petani. Wilis sangat populer ditingkat petani, antara lain karena sebelum tahun 1983 belum ada varietas unggul kedelai yang memiliki potensi hasil lebih dari 1,5 t/ha. Munculnya varietas unggul Wilis memberi harapan besar bagi petani saat itu, yaitu memiliki potensi hasil lebih dari 1,5 t/ha bahkan pada daerah produktif dapat mencapai lebih dari 2 t/ha.

Varietas Wilis memiliki ukuran biji sedang (berkisar 12 g/100 biji) dengan umur masak antara 85-90 hari. Varietas unggul yang memiliki sifat serupa dengan Wilis dan sekaligus memiliki ketahanan terhadap serangan hama (ulat grayak) adalah varietas Ijen. Varietas Ijen merupakan hasil silang balik antara Wilis dengan genotipe yang tahan terhadap ulat grayak. Varietas Ijen mempunyai produktivitas antara 2,15-2,49 t/ha, bobot 100 biji 11,23 g dan berumur masak 83 hari. Selain itu, varietas unggul yang mirip dengan Wilis adalah Sinabung dan Kaba. Kedua varietas berasal dari hasil silang ganda 16 genotipe. Sinabung memiliki hasil rata-rata 2,16 t/ha, bobot 100 biji 10,4 g, dan berumur masak 85 hari. Sedangkan varietas Kaba memiliki hasil rata-rata 2,13 t/ha, bobot 100 biji 10,37 g dan berumur masak 85 hari.

Varietas unggul kedelai berbiji besar dan diminati petani antara lain Anjasmoro, Argomulyo, Grobogan, dan Dega 1. Grobogan berasal dari hasil pemutihan tanaman kedelai yang telah lama berkembang di daerah Jawa Tengah, khususnya di Kabupaten Grobogan. Varietas unggul Grobogan selain berbiji besar (>15 g/100 biji), juga berumur genjah yaitu \pm 76 hari (di sekitar daerah Grobogan), memiliki hasil biji antara 2,3-3,4 t/ha, rata-rata 2,7 t/ha. Dega 1 merupakan varietas yang berasal dari hasil persilangan untuk tujuan perbaikan varietas Grobogan. Varietas Dega 1 memiliki hasil rata-rata 2,78 t/ha dengan umur lebih genjah (rata-rata 71 hari) daripada varietas Grobogan.

Varietas Anjasmoro memiliki warna biji kuning agak mengkilat, hilum berwarna cerah hal ini menjadi salah satu preferensi petani, disamping karena memiliki produktivitas yang lebih tinggi dari varietas unggul yang dilepas sebelumnya. Anjasmoro cocok di daerah Lampung Tengah, Medan maupun Jambi, sedangkan Argomulyo dilaporkan sangat produktif di sentra kedelai di Nusa Tenggara Barat (Jafar 2000). Meskipun berukuran biji kecil, varietas Gepak kuning dan Gepak ijo populer di sekitar Kabupaten Ponorogo. Petani memanfaatkan varietas tersebut sebagai bahan baku tahu maupun taoge (capar: bahasa Jawa).

VARIETAS UNGGUL KEDELAI DENGAN KARAKTER SPESIFIK

Varietas Unggul Kedelai Berbiji Besar

Kedelai berbiji besar (>14 g per 100 biji) memiliki prospek untuk bahan baku industri, karenanya memperbanyak varietas kedelai berbiji besar akan memberikan banyak pilihan bagi petani sesuai dengan lingkungan budidaya dan peruntukannya. Tersedianya varietas kedelai dengan ukuran biji besar diharapkan akan dapat diterima petani sehingga ketergantungan terhadap kedelai impor dapat dikurangi. Dalam kurun tahun 2002-2015, pemerintah Indonesia telah berhasil melepas 13 varietas kedelai berukuran biji besar sekaligus berpotensi hasil biji lebih dari 3,0 t/ha, dan terdapat VU yang berumur genjah (Tabel 2). Karakteristik ini menarik untuk disampaikan kepada pengguna.

Biji besar penting untuk mendukung pemenuhan bahan baku industri. Selama ini, impor kedelai berbiji besar terutama untuk industri tempe. Di antara varietas biji kedelai yang berukuran besar, varietas Panderman, Gunitir, dan Argopuro memiliki bentuk biji yang agak bulat (Tabel 1)

Tabel 1. Varietas unggul kedelai berukuran biji besar.

Nama	Tahun dilepas	Produktivitas (t/ha)	Berat 100 biji (g)	Umur masak (hari)
Argomulyo	1998	1,5-2,0	16	80-82
Burangrang	1999	1,6-2,5	17	80-82
Mahameru	2001	2,04-2,15	16,5-71,0	83-95
Anjasromo	2001	2,03-2,25	14,8-15,3	83-93
Baluran	2002	2,5-3,5	15-17	80
Panderman	2003	2,11	18-19	85
Rajabasa	2004	2,05	15	82-85
Gunitir	2005	2,08	16	81
Argopuro	2005	2,31	18	84
Arjasari	2005	2,24	19	98
Grobogan	2008	2,77	18	76
Detam-1	2008	2,51	15	84
Devon 1	2015	3,09	15	83
Dega 1	2015	3,82	23	71

Sumber : Balitkabi (2015)

Varietas Unggul Kedelai Hitam

Kedelai hitam sesuai untuk bahan baku kecap dan mengandung protein tinggi sebagai asupan protein nabati. Kandungan asam amino glutamat pada kedelai hitam sedikit lebih tinggi dari pada kedelai kuning, karena itu rasa kedelai hitam lebih gurih di bandingkan kedelai kuning. Kedelai hitam yang telah dilepas pemerintah adalah Otau (dilepas tahun 1918), No 27 (dilepas tahun 1919), Merapi (dilepas tahun 1938) dan Cikuray (dilepas tahun 1992). Tiga varietas pertama me-

rupakan varietas unggul lama dengan daya hasil di bawah 1,20 t/ha, sedangkan varietas Cikuray yang dilepas tahun 1992 mencapai hasil rata-rata 1,7 t/ha. Pada tahun 2006 telah dilepas kedelai hitam Malika, hasil seleksi dari populasi alam atau varietas unggul lama.

Tabel 2. Potensi hasil biji varietas unggul kedelai lebih dari 3 t/ha.

Nama	Tahun dilepas	Potensi hasil (t/ha)	Berat 100 biji (g)	Umur masak (hari)
Merubetiri	2002	3,0	13,0-14,0	95
Baluran	2002	3,5	15,0-16,0	80
Rajabasa	2004	3,90	15,0	82-85
Argopuro	2005	3,05	17,8	84
Arjasari	2005	4,68	19,2	98-100
Grobogan	2008	3,40	18,0	76
Detam 1	2008	3,45	14,8	84
Kipas Merah	2008	3,50	12,0	85-90
Mitani	2008	3,20	12,8	82-90
Kipas Merah Bireuen	2008	3,50	12,0	85-90
Mutiara 1	2010	4,10	23,2	82
Devon 1	2015	3,10	15,3	83
Dega 1	2015	3,80	22,9	71

Sumber : Balitkabi (2015)

Kadar protein varietas kedelai hitam varietas Otau, No. 27, Merapi, Cikuray, dan Malika berturut-turut 37%, 40%, 41%, 35%, dan 37% sedangkan kedelai biji kuning berkisar 42%. Di negara-negara sentra kedelai (Cina, Taiwan, Jepang, Brasilia) telah berhasil meningkatkan kandungan protein kedelai di atas 46%. Hasil kajian yang dilakukan Krisdiana dan Heryanto (2000) menunjukkan bahwa preferensi petani terhadap kedelai hitam juga mengarah pada ukuran biji yang lebih besar dari varietas kedelai hitam yang telah ada. Tahun 2008 pemerintah Indonesia melepas dua varietas unggul kedelai hitam yaitu Detam 1 dan Detam 2 yang merupakan hasil persilangan tunggal yang dilakukan pemulia Balitkabi Malang, produktivitas lebih dari 2,0 t/ha, bobot 100 biji berkisar 14 g dengan kandungan protein hingga 45%. Tahun 2013 dua varietas unggul baru biji hitam dilepas yaitu Detam 3 Prida dan Detam 4 Prida yang berkarakteristik memiliki umur genjah (<80 hari) dan produktivitas lebih dari 2,5 t/ha (Tabel 3). Mutiara 2 dan Mutiara 3 merupakan varietas unggul biji hitam terbaru yang telah dilepas pemerintah, berumur genjah dan mempunyai potensi hasil tinggi.

Tabel 3. Varietas unggul kedelai hitam dilepas pada periode 1992-2013.

Nama varietas	Kandungan protein (% berat kering)	Produktivitas (t/ha)	Bobot 100 biji (g)	Umur masak (hari)
Cikuray	35,0	1,70	11,12	82-85
Malika	37,0	2,34	9-10	85-90
Detam 1	45,4	2,51	14,84	84
Detam 2	45,6	2,46	13,54	82
Detam 3 Prida	36,4	2,90	11,80	75
Detam 4 Prida	40,3	2,50	11,00	76

Sumber : Balitkabi (2013)

Varietas Unggul Kedelai Berumur Genjah (Umur Masak <80 Hari)

Umur masak tanaman kedelai merupakan salah satu komponen yang diinginkan petani dalam budi daya kedelai. Pada kedelai umur genjah dicirikan dengan umur masak yang kurang dari 80 hari. Pertanaman MK II di lahan sawah dan pertanaman MK I di lahan kering akan menghadapi terjadinya cekaman kekeringan. Terjadinya kekeringan pada fase reproduktif dapat menurunkan hasil kedelai 40% hingga 55% (Momen *et al.* 1979). Kedelai berumur genjah (<80 hari) penting untuk daerah-daerah dengan curah hujan terbatas, dan lebih sesuai dibandingkan dengan kedelai berumur sedang (sekitar >80 hari) maupun dalam (>90 hari), dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai indeks pertanaman. Terdapat perbedaan umur masak tanaman kedelai jika ditanam pada ketinggian tempat yang berbeda, di dataran rendah (± 10 m dpl) memiliki umur masak empat hari lebih cepat, tanaman lebih panjang, dan jumlah polong lebih banyak dibanding dengan kedelai yang dibudidayakan di elevasi yang lebih tinggi (± 355 m dpl) (Adie 1993).

Tabel 4. Varietas unggul kedelai umur genjah.

Nama varietas	Tahun dilepas	Produktivitas (t/ha)	Bobot 100 biji (g)	Umur masak (hari)
Guntur	1982	1,10	10-11	75-80
Lokon	1982	1,10	10-11	75-80
Tidar	1987	1,40	7,0	75
Petek	1988	1,20	8,3	75
Lumajang Bewok	1989	1,52	9,6	75-80
Lawu	1991	1,20-1,80	11,0-13,0	74-78
Dieng	1991	1,70	7,5	74-78
Tengger	1991	1,40	11,5	73-79
Malabar	1992	1,27	12,0	70
Leuser	1998	1,87	10,6	78-80
Meratus	1998	1,40	10,0	73-77

Sumber : Balitkabi (2015)

Tabel 4. Varietas unggul kedelai umur genjah (Lanjutan).

Nama varietas	Tahun dilepas	Produktivitas (t/ha)	Bobot 100 biji (g)	Umur masak (hari)
Grobogan	2008	2,77	18,0	76
Gepak Kuning	2008	2,86	8,3	73
Gepak Ijo	2008	2,68	6,8	76
Gema	2011	2,47	11,9	73
Detam 3 Prida	2013	2,90	11,8	75
Detam 4 Prida	2013	2,50	11,0	76
Gamasugen 1	2013	2,40	11,5	66
Gamasugen 2	2013	2,40	11,5	68
Dega 1	2015	3,82	22,9	71

Sumber : Balitkabi (2015)

Grobogan, Gepak Kuning, dan Gepak Ijo merupakan varietas unggul yang berumur genjah dan produktivitas lebih dari 2,5 t/ha (Tabel 4). Varietas Grobogan memiliki ukuran biji besar, sedangkan Gepak kuning dan Gepak Ijo berukuran biji kecil. Grobogan berkembang di daerah sekitar Grobogan, Jawa Tengah. Gepak Kuning maupun Gepak Ijo berkembang di daerah Ponorogo, Jawa Timur. Saat ini telah tersedia dua varietas super genjah, umur masak kurang dari 70 hari, yaitu Gamasugen 1 dan Gamasugen 2 (Tabel 4).

Varietas Unggul Kedelai Toleran Cekaman Lingkungan

Upaya peningkatan produksi ditempuh melalui peningkatan produktivitas pada lahan optimal dan perluasan areal tanam pada lahan suboptimal, yaitu pemanfaatan lahan hutan dan perkebunan, perluasan areal di lahan kering dan kering masam serta perluasan areal di lahan pasang surut. Perluasan areal ke lahan suboptimal berpeluang dilakukan ke lahan-lahan kering di Sumatera (Muljadi 1977; Satari *et al.* 1977), lahan pasang surut di Kalimantan atau pulau lainnya yang memiliki potensi sumberdaya lahan yang masih sangat luas. Detam 2, Gepak Kuning dan Gepak Ijo adalah varietas yang toleran kekeringan, ini cocok untuk lahan-lahan dengan keterbatasan air pada waktu MK1 atau penanaman MK2. Varietas Dering 1 merupakan varietas yang toleran kekeringan, terutama pada fase generatif. Lawit dan Menyapa direkomendasikan sebagai varietas yang adaptif di lahan pasang surut (Tabel 5).

Di lahan kering masam kendala umum adalah kondisi tanah yang bereaksi masam, kandungan aluminium tinggi, sedangkan kandungan bahan organik dan ketersediaan hara pada umumnya rendah (Sartain dan Kamprath 1978; Mengel *et al.* 1987). Upaya perluasan areal tanam kedelai berpotensi diarahkan ke lahan-lahan kering yang tergolong agak masam, dengan kejenuhan Aluminium 30-35% dan pH 5,0-5,3 di mana telah dilepas lima varietas kedelai yang dilaporkan toleran terhadap lahan masam (Arsyad 2003).

Perluasan areal ke lahan-lahan tegakan memerlukan varietas yang sesuai untuk kondisi cahaya rendah. Varietas unggul yang sesuai untuk kondisi naungan adalah

Dena 1 dan Dena 2. Dena 1 berumur genjah (78 hari), rata-rata hasil 1,69 t/ha, potensi hasil 2,89 t/ha, ukuran biji besar (14,3 g/100 biji), toleran naungan hingga 50%, dan tahan terhadap penyakit karat.

Tabel 5. Varietas unggul adaptif cekaman lingkungan.

Nama varietas	Tahun dilepas	Produktivitas (t/ha)	Bobot 100 biji (g)	Umur masak (hari)
Toleran kekeringan				
- Detam 2	2008	2,46	13,5	82
- Gepak kuning	2008	2,86	8,3	73
- Gepak ijo	2008	2,68	6,8	76
- Dering 1	2012	2,00	10,7	81
Adaptif pasang surut				
- Lawit	2001	1,93	10,5	84
- Menyapa	2001	1,98	9,1	85
- Rajabasa	2004	2,05	15,0	82-85
Toleran genangan				
- Manglayang	1999	1,88	10,1	96-92
- Arjasari	2005	2,24	19,0	98
Toleran lahan kering masam				
- Sindoro	1995	2,03	12,0	85
- Slamet	1995	2,30	12,5	87
- Tanggamus	2001	1,22	11,0	88
- Nanti	2001	1,24	11,5	91
- Sibayak	2001	1,41	12,5	89
- Seulawah	2004	1,90	9,5	93
- Ratai	2004	2,00	10,5	90
- Rajabasa	2004	2,05	15,0	82-85
- Demas 1	2015	2,51	12,8	84

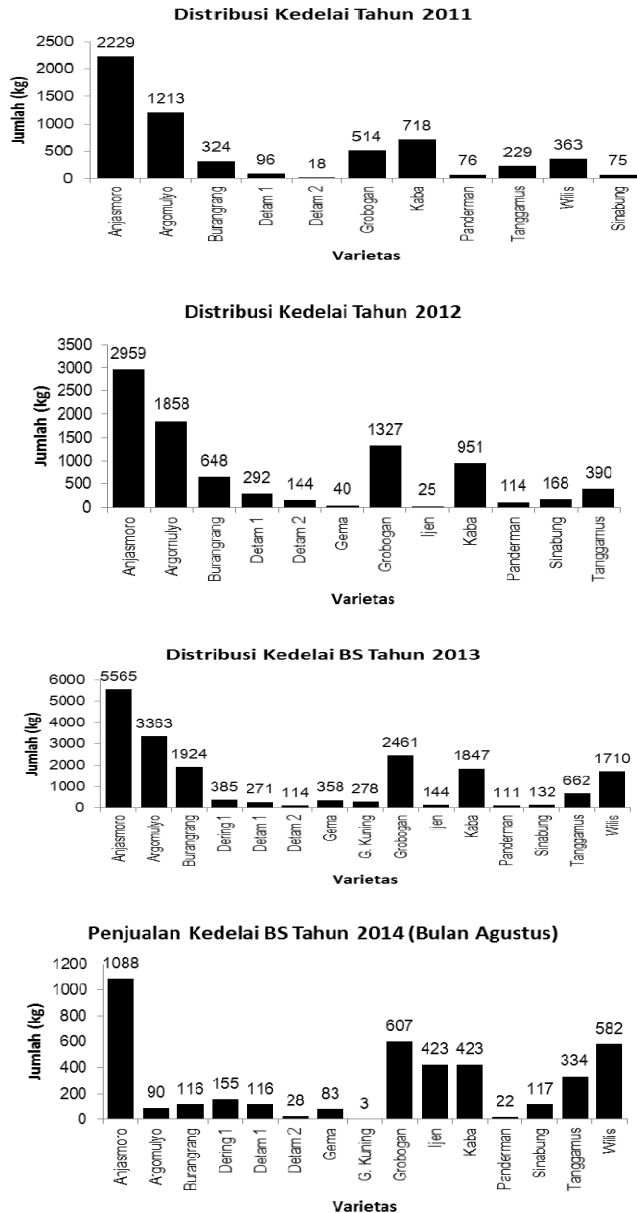
Sumber : Balitkabi (2015)

PENYEBARAN BENIH SUMBER VUB KEDELAI

Penyebaran benih merupakan sarana untuk memperkenalkan varietas unggul kedelai kepada pengguna kedelai, terutama petani kedelai. Pada kurun waktu 2013-2016, sebanyak 162.454,1 kg benih penjenis dan benih dasar dari 21 varietas unggul kedelai telah menyebar ke 23 provinsi di Indonesia (Anwari 2013; Sundari 2014; Adie 2016). Varietas Anjasmoro menyebar terbanyak pada tahun 2013 hingga 2016, diikuti oleh varietas Grobogan dan Argomulyo (Gambar 4).

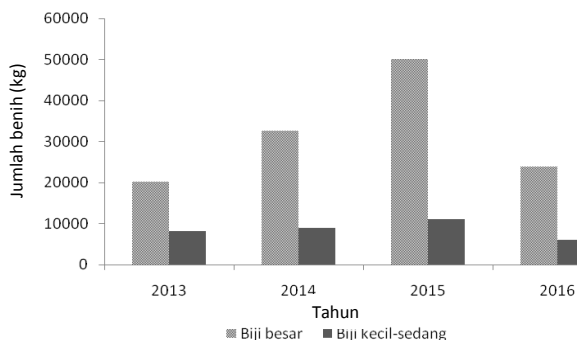
Jeda waktu antara tahun pelepasan dan distribusi benih sumber berkisar antara 1-3 tahun. Varietas Dering 1 dilepas pada tahun 2012, benih mulai terdistribusi pada tahun 2013, Detam 3 dilepas pada tahun 2013 benih sumber baru mulai terdistribusi pada tahun 2016, benih sumber Dena 1 dan Devon 1 terdistribusi

satu tahun setelah tahun pelepasan. Pada periode 2013-2016 terjadi peningkatan permintaan benih sumber varietas-varietas unggul biji besar. Permintaan benih varietas unggul berbiji besar lebih tinggi dibandingkan permintaan benih varietas unggul berukuran biji kecil-sedang (Gambar 5).



Gambar 4. Distribusi benih kedelai berdasarkan kelas benih dan varietas tahun 2011-2014.

Tampaknya tahun 2014 mengalami perubahan distribusi dan penyebaran varietas kedelai yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan benih dan permintaan petani kedelai. Pada varietas berukuran biji besar, selain varietas unggul lama Anjasmoro dan Argomulyo, Grobogan dan Dena 1 permintaannya semakin meningkat. Diantara varietas berukuran biji kecil-sedang, varietas unggul lama yaitu Wilis yang dilepas pada tahun 1983 juga masih diminati. Varietas Wilis merupakan salah satu varietas yang memiliki tingkat adaptasi yang baik diberbagai kondisi.



Gambar 5. Distribusi benih sumber kedelai varietas unggul berukuran biji besar dan varietas unggul berukuran biji kecil-sedang pada periode tahun 2013-2016.

PENUTUP

Varietas unggul kedelai di Indonesia beragam dalam karakteristik morfologi, agromoni, respon terhadap cekaman biotik dan abiotik, serta mutu biji. Beragamnya varietas unggul kedelai memperbanyak pilihan dan pemenuhan preferensi pengguna kedelai. Varietas unggul kedelai yang tersedia di Indonesia memiliki keragaman umur masak, yaitu antara 71 hingga 100 hari, ukuran biji antara 7,0 hingga 23,0 g/100 biji, kulit biji hijau, kuning dan hitam dan adaptabilitas lahan tertentu yaitu di lahan sawah, kering masam, dan pasang surut. Potensi hasil dikendalikan secara genetik. Hasil potensi hanya akan dicapai pada kondisi manajemen dan lingkungan budidaya tanpa kendala, suatu kondisi yang jarang ditemui. Namun demikian, dukungan teknologi budidaya yang tepat dan pemilihan lokasi serta musim yang sesuai, akan mendekatkan potensi ke hasil riilnya.

DAFTAR PUSTAKA

Adie, M.M. 1993. Kesesuaian beberapa genotipe kedelai terhadap musim dan elevasi yang berbeda di lahan kering. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Wilayah Lahan Kering. Unila Lampung.

- Adie, M.M. 2016. Produksi Benih Sumber Aneka Kacang dan Umbi dengan Sistem Manajemen Mutu (SMM) berbasis ISO 9001-2008. Laporan Teknis DIPA 2016. 56 hlm
- Anwari, M. 2013. Produksi Benih Sumber Aneka Kacang dan Umbi dengan Sistem Manajemen Mutu (SMM) berbasis ISO 9001-2008. Laporan Teknis DIPA 2013. 85 hlm.
- Arsyad, D. M. 2003. Pembentukan varietas unggul kedelai adaptif di lahan kering masam. Makalah Review Ilmiah disampaikan pada Seminar Puslitbang. Tanaman Pangan di Bogor tanggal 5 Juni 2003. 26 hlm.
- Balitkabi. 2015. Deskripsi Varietas Unggul Kedelai. Balitkabi, Malang.
- BPS. 2013. Statistik Indonesia 2012. Badan Pusat Statistik, Jakarta. Hlm 160.
- CGIAR. 2008. Consultative Group on International Agriculture Research. <http://www.cgiar.org/impact/research/soybean.html>. (Diakses 3 maret 2009).
- Jafar, A. G. 2000. Kedelai varietas unggul baru. Lembar informasi pertanian (Liptan) IP2TP Mataram No. 07/Liptan/2000
- Krisdiana, R. dan Heryanto. 2000. Penggunaan komoditas kedelai untuk industri produk olahan rumah tangga di P. Jawa. p. 171-180. *Dalam* I.N. Rista, I.W. Rusastra, I.G.A.K. Sudaratmaja dan A. Rachim (Penyunting). Seminar nasional pengembangan teknologi pertanian dalam upaya mendukung ketahanan pangan nasional. PSE dan Univ. Udayana. Denpasar.
- Mengel, D.B., W.Segar and G.W.Rehnm. 1987. Soil fertility and liming, p.461-496. *In* J.R. Wilcox: Soybean, Improvement and Uses. Second Ed. ASA, Madison.
- Momen, N. N., R. E., Carlson, R. H. Shaw, and O. Arjmand, 1979. Moisture stress effect on yield component of two soybean and stressed condition. *Phyton* 33 (1) : 103-109.
- Muljadi, M. 1977. Sumberdaya tanah kering, penyebaran dan potensinya untuk kemungkinan budidaya pertanian. Makalah Kongres Agronomi. Perhimpunan Agronomi Indonesia. 24 hlm.
- Permentan 61/2011. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 61/Permentan/OT.140 /10/2011 Tentang Pengujian, Penilaian, Pelepasan dan Penarikan Varietas. 12 hlm.
- Sartain, J.B. and E.J. Kamprath. 1978. Aluminum tolerance of soybean cultivar based on root elongation in soil culture compared with growth in acid soil. *Agron. J.* 70(1):17-20.
- Satari, G.S., S. Sadjad dan S. Sastrosoedarjo. 1977. Pendayagunaan tanah kering untuk budidaya tanaman pangan menjawab tantangan tahun 2000. Kongres Agronomi, Jakarta.
- Sundari, T. 2014. Produksi Benih Sumber Aneka Kacang dan Umbi dengan Sistem Manajemen Mutu (SMM) berbasis ISO 9001-2008. Laporan Teknis DIPA 2014. 42 hlm.
- Suyamto. 2010. Penyediaan benih bermutu mendukung swasembada kedelai. *Tabloid Sinar Tani*, (17-23 Februari 2010), No. 33-42.

PENGAWALAN MUTU BENIH KEDELAI

Titik Sundari dan Ratri Tri Hapsari

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
E-mail: titik_iletri@yahoo.com; ratri.3hapsari@gmail.com

RINGKASAN

Benih bermutu tinggi dicirikan oleh mutu fisik baik, kemurnian spesies tinggi, daya berkecambah dan vigor tinggi, ukuran seragam, bebas dari biji gulma dan penyakit *seedborne*, serta kadar air optimal. Untuk mendapatkan benih bermutu tinggi diperlukan pengawalan mutu benih sejak tanam hingga panen, prosesing, dan penyimpanan. Parameter utama mutu benih adalah kemurnian benih, kadar air, dan daya berkecambah. Ketiga parameter tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan status benih. Pengawasan mutu merupakan kegiatan penting dalam proses produksi benih bermutu untuk menjaga mutu benih. Pengawalan mutu benih selayaknya mengacu pada prinsip genetik dan agronomis agar benih yang dihasilkan memiliki kemurnian genetik sesuai dengan keunggulan varietas. Pengawalan mutu dilakukan melalui penentuan lahan yang tepat, penentuan benih sumber yang akan digunakan, pemeriksaan lapangan, panen dan pascapanen, pengujian laboratorium serta pengawasan peredaran benih. Penyimpanan benih sebelum benih didistribusikan berperan penting dalam mempertahankan mutu fisiologis benih. Faktor yang mempengaruhi fisiologi benih selama penyimpanan adalah sifat genetik dan viabilitas awal benih, kemasan benih, komposisi gas dalam ruang penyimpanan, serta suhu dan kelembaban ruang penyimpanan.

Kata kunci: benih, kedelai, mutu

PENDAHULUAN

Benih adalah tanaman atau bagian dari tanaman yang digunakan untuk memperbanyak dan/atau mengembangbiakkan tanaman (Permentan No. 56/PK.110/11/2015). Dalam budi daya tanaman, benih dapat berupa biji maupun tumbuhan kecil hasil perkecambahan, pendederan, atau perbanyak asexual, dan disebut juga bahan tanam. Benih yang bukan berupa biji atau yang telah disemaikan disebut bibit. Benih adalah biji yang sudah diseleksi dan dikondisikan menjadi bahan untuk memperbanyak tanaman. Benih merupakan kunci utama keberhasilan budi daya tanaman (Zecchinelli 2009), karena di dalam benih terkandung

informasi genetik yang menentukan potensi hasil, adaptasi terhadap kondisi lingkungan, dan ketahanan terhadap hama dan penyakit (Erker 2014).

Benih bermutu tinggi adalah benih yang memiliki mutu fisik (ukuran seragam, kadar air tepat, bersih dari kotoran), mutu genetis (kemurnian spesies yang tinggi), mutu fisiologis (daya berkecambah dan vigor), dan mutu saniter (kesehatan benih) yang tinggi. Penggunaan benih bermutu tinggi dapat meningkatkan hasil panen melalui dua cara: pertama, karena cepat berkecambah dan pertumbuhannya seragam, menghasilkan tanaman yang kokoh, dan kedua karena persentase perkecambahan yang tinggi, menyebabkan populasi tanaman optimum (Ghassemi-Golezani dan Mazloomi-Oskooyi 2008).

Benih dari varietas unggul yang telah dilepas, yang produksi dan peredarannya diawasi disebut Benih Bina. Untuk mendapatkan benih bina yang bermutu tinggi diperlukan pengawalan mutu benih mulai dari lapangan hingga panen, prosesing, dan penyimpanan.

KLASIFIKASI BENIH BINA

Klasifikasi benih bina berdasarkan Kepmentan No. 1316/HK.150/C/12/2016:

- a. Benih Penjenis (BS, *Breeder Seed*) berlabel kuning, diproduksi oleh dan di bawah pengawasan pemulia tanaman atau institusi pemulia.
- b. Benih Dasar (BD, FS: *Foudation Seed*) berlabel putih, merupakan keturunan pertama dari BS yang memenuhi standar mutu kelas BD dan harus diproduksi sesuai prosedur baku Sertifikasi Benih Bina atau Sistem Standardisasi Nasional.
- c. Benih Pokok (BP, SS: *Stock Seed*) berlabel ungu, merupakan keturunan pertama dari BD atau BS yang memenuhi standar mutu kelas BP dan harus diproduksi sesuai prosedur baku Sertifikasi Benih Bina atau Sistem Standardisasi Nasional.
- d. Benih Pokok-1 (BP1) adalah turunan pertama dari BP yang memenuhi standar mutu kelas BP1 dan harus diproduksi sesuai dengan prosedur baku sertifikasi Benih Bina atau sistem standardisasi nasional. Kelas BP1 hanya diberlakukan untuk benih aneka kacang dan aneka umbi.
- e. Benih Pokok-2 (BP2) adalah turunan pertama dari BP1 yang memenuhi standar mutu kelas BP2 dan harus diproduksi sesuai dengan prosedur baku sertifikasi Benih Bina atau sistem standardisasi nasional. Kelas BP2 hanya diberlakukan untuk benih kedelai.
- f. Benih Sebar (BR, ES: *Extention Seed*) berlabel biru, merupakan keturunan pertama BP 1, BP, BD atau BS yang memenuhi standar mutu kelas BR dan harus diproduksi sesuai prosedur baku Sertifikasi Benih Bina atau Sistem Standardisasi Nasional.
- g. Benih Sebar-1 (BR1) adalah keturunan pertama dari BR yang memenuhi standar mutu kelas BR1 dan harus diproduksi sesuai dengan prosedur baku sertifikasi Benih Bina atau sistem standardisasi nasional.

Kelas BR1 hanya diberlakukan untuk benih aneka kacang dan aneka umbi.

- h. Benih Sebar-2 (BR2) adalah keturunan pertama dari BR1 yang memenuhi standar mutu kelas BR2 dan harus diproduksi sesuai dengan prosedur baku sertifikasi Benih Bina atau sistem standardisasi nasional. Kelas BR2 hanya diberlakukan untuk benih aneka kacang dan aneka umbi.
- i. Benih Sebar-3 (BR3) adalah keturunan pertama dari BR2 yang memenuhi standar mutu kelas BR3 dan harus diproduksi sesuai dengan prosedur baku sertifikasi Benih Bina atau sistem standardisasi nasional. Kelas BR3 hanya diberlakukan untuk benih kedelai.
- j. Benih Sebar-4 (BR4) adalah keturunan pertama dari BR3 yang memenuhi standar mutu kelas BR4 dan harus diproduksi sesuai dengan prosedur baku sertifikasi Benih Bina atau sistem standardisasi nasional. Kelas BR4 hanya diberlakukan untuk benih kedelai.

Prosedur baku Sertifikasi Benih Bina atau Sistem Standardisasi Nasional dalam produksi benih bina adalah sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan terhadap :
 - Kebenaran benih sumber,
 - lapangan dan pertanaman,
 - isolasi tanaman agar tidak terjadi persilangan liar (untuk tanaman menyerbuk silang),
 - alat panen benih,
 - tercampurnya benih.
- b. Pengujian laboratorium untuk menguji mutu benih yang terdiri atas mutu fisik, fisiologis, dan/atau tanpa kesehatan benih, sedangkan untuk kemurnian genetik diambilkan dari hasil pemeriksaan lapangan.
- c. Pengawasan pemasangan Label.

SYARAT MUTU BENIH BINA KEDELAI

Mutu benih bina berdasarkan kelasnya disajikan pada Tabel 1. Syarat mutu kelas pada benih bina meliputi faktor-faktor kadar air, kemurnian benih, kotoran benih yang diijinkan, daya tumbuh dan campuran varietas lain. Faktor utama yang menentukan mutu benih adalah kemurnian benih dan daya kecambah.

Faktor-faktor penentu tersebut, dipengaruhi oleh kondisi penangkaran benih di lapangan, yaitu faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik merupakan faktor bawaan yang berkaitan dengan komposisi genetik benih. Setiap varietas memiliki identitas genetika yang berbeda. Faktor genetik yang mempengaruhi mutu benih adalah susunan genetik, ukuran biji, dan berat jenis. Benih dengan ukuran biji sedang mempunyai persentase perkecambahan yang lebih tinggi dibandingkan biji berukuran besar maupun kecil (Rezapour *et al.* 2013). Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap mutu benih adalah: (i) lokasi produksi dan waktu tanam, memajukan atau menunda waktu tanam memiliki pengaruh buruk terhadap pro-

duksi benih kedelai, terutama dalam kaitannya dengan kualitas benih, (ii) teknik budi daya, (iii) waktu dan cara panen, serta (iv) penimbunan dan penanganan hasil. Faktor lingkungan tersebut berpengaruh terhadap kondisi fisik dan fisiologis benih yang berkaitan dengan performa benih seperti tingkat kematangan, tingkat kerusakan mekanis, tingkat keusangan (hubungan antara vigor awal dan lamanya disimpan), tingkat kesehatan, ukuran dan berat jenis, komposisi kimia, struktur, tingkat kadar air dan dormansi benih (Wirawan dan Wahyuni 2002).

Tabel 1. Syarat mutu benih sumber kedelai berdasarkan kelas benih.

Parameter pengujian	BS	BD	BP	BP1- BP2	BR	BR1- BR4
Kadar air maksimal (%)	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Benih murni minimal (%)	99,0	98,0	98,0	98,0	97,0	97,0
Kotoran benih maksimal (%)	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
Benih tanaman lain maksimal (%)	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Biji gulma maksimal (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Daya berkecambah minimal (%)	80	80	75	75	70	65

Sumber: Kepmentan No. 1316/HK.150/C/12/2016

PENGAWASAN MUTU BENIH

Dalam kegiatan produksi benih bermutu terdapat suatu kegiatan yang sangat penting untuk menjaga mutu benih, yaitu pengawasan mutu (*QC: Quality control*). Pengawasan mutu dapat bersifat internal dan eksternal. Implementasi terhadap pengawasan mutu benih secara internal dan eksternal adalah tindakan pengawalan yang harus didasarkan pada standar-standar yang ditetapkan agar transparan.

Pengawasan mutu internal adalah tindakan yang dilakukan oleh produsen benih untuk melakukan pengawalan terhadap proses produksi benih yang dilakukan sampai benih siap diedarkan (penyiapan lahan, tanam, pemeliharaan, pengendalian hama dan penyakit, roguing, panen dan pasca panen). Sedangkan pengawasan mutu eksternal dilakukan oleh pihak lain diluar produsen benih (BPSB atau lembaga yang sudah mendapat setifikasi SMM ISO 9001:2008 atau SMM ISO 9001:2015). Pengawasan mutu memberikan kepastian terhadap kualitas benih dalam kurun waktu tertentu. Dalam pengawasan mutu benih secara eksternal, pengawas dituntut untuk dapat memberikan kepastian mutu benih baik secara kualitas maupun legalitas. Kualitas benih yang dimaksud adalah benih yang memiliki mutu genetis, mutu fisiologis dan mutu fisik serta bebas dari serangan hama dan penyakit sesuai dengan standard yang ditetapkan. Sedangkan legalitas benih adalah benih yang dapat dijamin kebenarannya secara aspek hukum yang meliputi varietas, asal usul dan dokumen yang menyertai untuk menghindari pemalsuan benih yang dapat menimbulkan kerugian, baik bagi produsen benih maupun konsumen benih.

Pengawasan mutu benih selayaknya mengacu pada prinsip agronomis dan prinsip genetik. Prinsip agronomis meliputi kegiatan-kegiatan di lapangan untuk menghasilkan produksi tanaman maksimal sesuai potensinya, sedangkan prinsip genetik meliputi kegiatan-kegiatan dalam rangka mempertahankan standar mutu terutama mutu genetik.

Tujuan penerapan prinsip genetik dan agronomis adalah untuk menghasilkan produk benih yang memiliki standar mutu tinggi, sehingga dapat menghasilkan produksi tanaman yang maksimal sesuai potensinya. Kegiatan tersebut dimulai dari penentuan lahan yang tepat, penentuan benih sumber yang akan digunakan, pemeriksaan lapangan, panen dan pascapanen, pengujian laboratorium, dan pengawasan peredaran benih. Beberapa kegiatan untuk menghasilkan benih bermutu menurut Qadir (2013) adalah:

1. Penentuan wilayah adaptasi.

Wilayah adaptasi tanaman dimaksudkan sebagai lokasi dengan lingkungan yang sudah sesuai terhadap genotipe atau varietas suatu tanaman untuk mengekspresikan fenotipenya, termasuk potensi hasilnya. Pengetahuan tentang karakteristik daerah-daerah sentra produksi tanaman tertentu merupakan langkah sederhana dalam menentukan wilayah adaptasi tanaman.

2. Penentuan benih sumber yang akan digunakan.

Benih sumber yang digunakan sebaiknya benih berlabel/bersertifikat, jelas kelas benihnya, dan diketahui kebenaran varietasnya. Perlu diperhatikan juga tanggal kedaluwarsa benih. Deskripsi varietas benih yang digunakan juga perlu diperhatikan untuk menentukan jadwal roguing dan panen.

3. Penentuan lahan yang tepat.

Tujuan penentuan lahan produksi adalah untuk mengetahui sejarah penggunaan lahan. Lahan yang digunakan bukan merupakan bekas tanaman yang sama dari varietas yang berbeda untuk menghindari terjadinya campuran yang disebabkan oleh sisa benih dari tanaman terdahulu. Misalnya tidak diperkenankan menanam kedelai varietas Anjasmoro pada bekas tanaman varietas Grobogan, kecuali diberakan terlebih dahulu minimal 3 bulan.

4. Penetapan isolasi.

Kegiatan isolasi dimaksudkan sebagai usaha untuk meminimalkan terjadinya persilangan yang tidak diinginkan, sehingga tidak terjadi kontaminasi. Pada tanaman kedelai isolasi jarak minimal (2 m) dengan isolasi waktu 10 hari (Kepmentan No. 1316/HK.150/C/12/2016).

5. Kontrol kebersihan alat yang digunakan.

Alat tanam dan alat panen yang digunakan harus bersih dari sisa benih tanaman lain, begitu juga dengan kantong-kantong dan wadah hasil panen juga dibersihkan.

6. Roguing atau membuang tipe simpang.

Roguing dilakukan untuk pengamatan mutu genetik dari varietas yang ditanam, untuk melihat ada-tidaknya penyimpangan. Dilakukan dengan melihat

keseragaman fenotipik dari varietas yang ditanam dan membuang tipe simpang apabila dijumpai adanya tanaman yang fenotipiknya menyimpang dari diskripsinya. Pada produksi benih sumber kedelai, kegiatan roguing dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu:

- (1) Fase juvenil atau awal pertumbuhan, umur 7-10 hari setelah tanam, yang didasarkan pada warna hipokotil, bentuk daun, dan warna daun. Kedelai hanya memiliki warna hipokotil hijau dan ungu. Tanaman dengan warna hipokotil menyimpang dibuang.
- (2) Fase berbunga didasarkan pada keseragaman warna bunga, keserempakan umur berbunga, warna bunga, warna batang, warna bulu pada batang, dan tinggi tanaman. Kedelai yang hipokotilnya berwarna hijau akan mempunyai warna mahkota bunga putih. Sedangkan yang hipokotilnya ungu akan mempunyai warna mahkota bunga ungu.
- (3) Fase masak didasarkan pada warna polong masak, ukuran polong, umur polong masak, warna dan ketebalan bulu pada batang dan polong, tipe pertumbuhan, umur tanaman, hilum, jumlah biji per polong, dan tinggi tanaman, tipe tumbuh tanaman, yaitu determinate (pembungaan berhenti setelah terbentuk polong), dan indeterminate (pembungaan masih terus setelah terbentuk polong).

7. Panen.

Waktu panen yang tepat dapat memaksimalkan hasil dan mutu benih. Benih yang telah masak lebih mudah dipanen dan dibersihkan dengan kehilangan hasil yang minimal. Panen sebelum benih masak dengan kadar air benih masih tinggi dapat menyulitkan dalam perontokan dan pembersihan, sedangkan setelah lewat masak mutu benih dapat berkurang karena pengaruh cuaca buruk, rebah, dan rontoknya benih. Pemanenan sebaiknya dilakukan pada saat masak fisiologis yang ditandai dengan vigor, daya berkecambah, dan berat kering benih maksimum (Ilyas 2012).

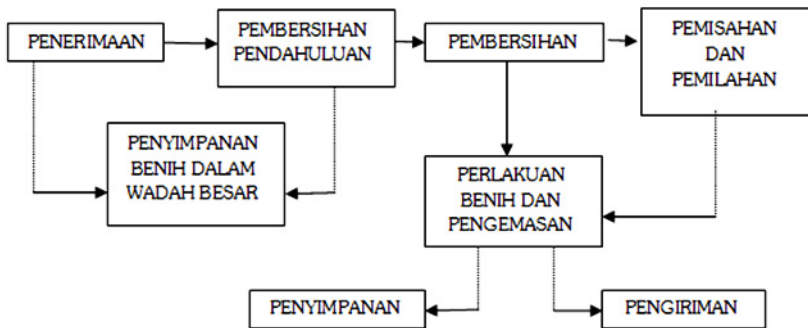
8. Sortasi dan penyimpanan.

Sortasi bertujuan untuk mengelompokkan keseragaman benih dalam hal ukuran, bentuk, dan faktor mutu lainnya. Untuk mendapatkan benih bermutu tinggi sebelum disimpan, calon benih harus dibersihkan dari kotoran seperti kulit polong, potongan batang dan ranting, batu, kerikil atau tanah, biji luka, memar retak atau yang kulitnya terkelupas, biji yang mempunyai bercak ungu, biji berbelang coklat yang mungkin mengandung virus mosaik, biji yang kulitnya keriput atau warnanya tidak mengkilat, dan biji-biji tanaman lain.

Sortasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat mesin sortasi dan/atau secara manual (ditampi). Sortasi dengan mesin memisahkan antara biji yang berukuran besar, sedang, kecil, biji hampa dan kotoran biji. Biji berukuran sedang dan besar akan dijadikan benih, sedangkan biji yang berukuran kecil dan hampa akan dijadikan pakan ternak, dan kotoran biji dibuang. Biji yang berukuran besar dan sedang masih harus disortasi lagi secara manual untuk

memisahkan biji yang normal (warna, bentuk dan ukuran) dan bagus (mulus dan tidak cacat) dengan biji yang abnormal dan jelek (cacat/luka). Biji yang normal dan bagus dijadikan benih, dengan catatan mutu genetik dan fisiologisnya memenuhi persyaratan sebagai benih, seperti tercantum pada Tabel 1.

Biji yang telah memenuhi persyaratan benih, selanjutnya disimpan pada ruang penyimpanan untuk selanjutnya didistribusikan. Tahapan dalam penanganan benih pascapanen dapat dilihat pada Gambar 1 (Ilyas 2012).

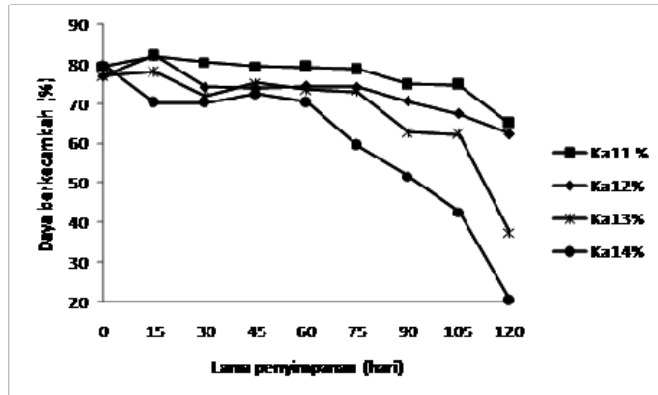


Gambar 1. Tahapan dalam penanganan benih pascapanen

Selama penyimpanan, benih dapat mengalami penurunan mutu. Penurunan mutu merupakan proses yang terjadi secara berangsur-angsur dan kumulatif, serta tidak dapat balik akibat perubahan fisiologis dan biokimia. Penurunan mutu benih disebabkan oleh kandungan protein dan lemak dalam biji yang relatif tinggi, suhu dan kelembaban ruang simpan relatif tinggi (Tatipata *et al.* 2004; Purwanti 2004). Kemunduran fisiologis benih ditandai dengan adanya penurunan viabilitas benih.

1. Menurut Copeland dan McDonald (2001) faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan adalah: Kadar air benih sebelum disimpan. Kadar air benih yang tinggi dapat meningkatkan laju kemunduran benih dalam tempat penyimpanan (Gambar 2). Laju kemunduran benih dapat diperlambat, dengan cara kadar air benih dikurangi sampai kadar air benih optimum. Kadar air benih optimum, yaitu kadar air tertentu dimana benih tersebut dapat disimpan lama sehingga dapat mempertahankan mutu benih. Kadar air optimum dalam penyimpanan untuk benih kedelai adalah kurang dari 11%. Kadar air terlalu rendah dapat membahayakan benih, karena benih yang sangat kering sangat peka terhadap kerusakan mekanis serta pelukaan (Justice dan Bass 2002).
2. Suhu tempat penyimpanan. Suhu ruang simpan berperan dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan. Pada suhu rendah, respirasi berjalan lambat dibanding suhu tinggi. Dalam kondisi tersebut, viabilitas benih dapat dipertahankan lebih lama. Pada kondisi penyimpanan terkontrol (suhu 19–22 °C dan RH 64–67%) benih kedelai kadar air kesetimbangan $\pm 10\%$

pada RH 65% dapat disimpan selama 6 bulan dengan menggunakan kemasan botol kaca, plastik *polypropylene*, dan karung plastik (Sari 2014).

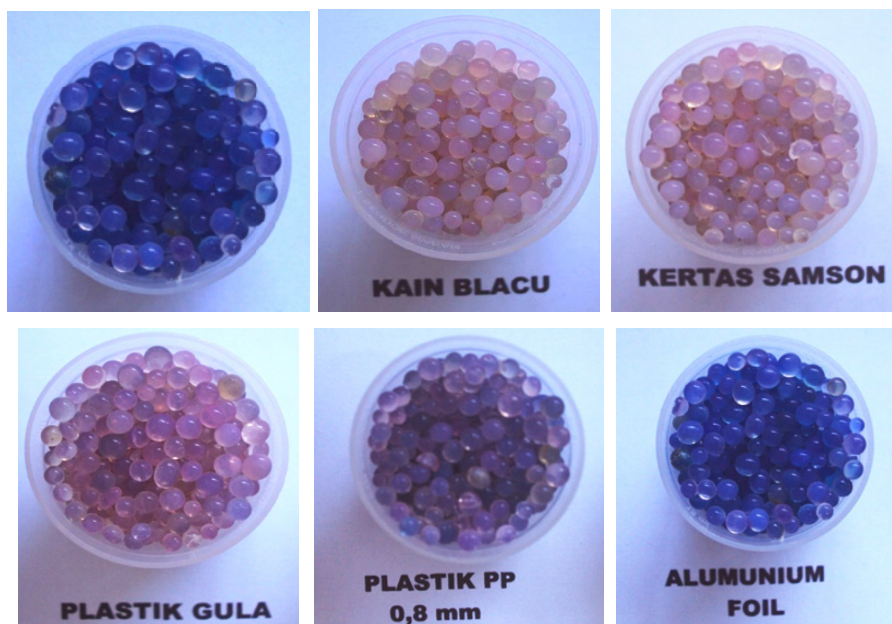


Gambar 2. Grafik penurunan daya berkecambah benih kedelai pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan (Sumber: Samuel *et al.* 2012).

- Kelembaban tempat penyimpanan. Kelembaban lingkungan selama penyimpanan sangat mempengaruhi viabilitas benih, karena benih bersifat higroskopis yaitu selalu menyesuaikan diri dengan kelembaban udara di sekitarnya. Kelembaban ruang simpan harus diatur sedemikian rupa sehingga kadar air benih sesuai untuk jangka waktu simpan lama. Pada kebanyakan jenis benih, kelembaban nisbi ruang simpan antara 50-60%, dan suhu 0-10 °C cukup untuk mempertahankan viabilitas benih untuk jangka waktu penyimpanan selama 1 tahun. Kelembaban di dalam ruang simpan berpengaruh terhadap kadar air benih, viabilitas dan vigor benih kedelai berdasarkan potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, indeks vigor, keserempakan dan kecepatan tumbuh, serta berat kering kecambah normal. Kadar air benih (7-9%) dapat dipertahankan pada kelembaban ruang simpan antara 20-40%. Penyimpanan benih menggunakan kelembaban 20-60% dapat mempertahankan potensi tumbuh maksimum (98%) dan daya berkecambah (83,17%). Untuk mendapatkan indeks vigor 83%, kecepatan tumbuh 30%/etmal, dan keserempakan tumbuh 90-91%, kelembaban ruang simpan yang terbaik adalah 20-40% (Muntasir 2013).
- Tempat pengemasan. Tujuan pengemasan adalah untuk mempertahankan kualitas benih selama dalam penyimpanan dan atau pemasaran, sehingga benih tetap terjamin daya tumbuh dan daya kecambahnya secara normal. Kualitas kemasan untuk menyimpan benih dapat dilihat pada Gambar 3.

Dengan demikian, berdasarkan permeabilitas bahan pengemas, dapat ditentukan kemasan yang tepat untuk mengemas benih berdasarkan tujuannya. Kemasan berupa aluminium foil, *polypropylene*, ataupun plastik gula, baik digunakan

untuk penyimpanan benih dalam jangka waktu lama. Sedangkan jenis kemasan yang berupa kertas, serta kain blacu, diperuntukkan untuk penyimpanan benih sementara (Hapsari *et al.* 2010).



Gambar 3. Perubahan warna silica gel yang dikemas dalam berbagai bahan pengemas setelah penyimpanan 8 minggu (Sumber: Hapsari *et al.* 2010).

PENGUJIAN MUTU BENIH

Pengujian mutu benih dilakukan di tingkat lapangan dan laboratorium. Pengujian mutu di lapangan dilakukan terhadap mutu genetik, yang didasarkan pada fenotipik tanaman. Pengujian di laboratorium dilaksanakan terhadap mutu fisik dan fisiologis. Pengujian mutu fisik bertujuan untuk mengetahui kondisi penampilan fisik benih seperti kadar air, warna, kesegaran, kebersihan, ukuran/berat dan keseragaman benih. Pengujian laboratorium mutu fisiologis bertujuan untuk mengetahui daya hidup (viabilitas), daya kecambah, daya tumbuh, kekuatan tumbuh/daya simpan (vigor), dan kesehatan benih. Pengujian laboratorium mutu genetik bertujuan untuk mengetahui kemurnian varietas.

Pengujian Kadar Air

Kadar air benih selalu berubah tergantung kadar air lingkungannya, karena benih memiliki sifat selalu berusaha mencapai kondisi yang seimbang (*equilibrium*) dengan kondisi lingkungan. Kadar air selalu berubah-ubah sesuai dengan laju deteriorasi benih yang pada akhirnya akan berpengaruh pada persentase viabilitas benih. Tujuan pengukuran kadar air adalah untuk mengetahui kadar air benih

dengan menggunakan metode yang sesuai bagi ketentuan pengujian. Pengujian kadar air benih kedelai dapat dilakukan dengan metode:

- a. Metode oven dengan suhu tinggi konstan (130 -133)° C, selama 17 jam
- b. *Moisture tester*.

Sebelum dilakukan pengovenan, benih kedelai harus dihancurkan terlebih dahulu menggunakan *grinding mill* sampai didapatkan tekstur yang kasar (ISTA 2014).

Pengujian Kemurnian Fisik

Kemurnian benih adalah persentase berat benih yang terdapat dari suatu contoh benih (Sutopo 2004). Kemurnian benih merupakan indikator seberapa besar campuran bahan yang terikut selain benih. Pengujian kemurnian benih sebaiknya dilakukan pertama kali sebelum dilakukan pengujian berikutnya. Contoh benih yang akan diuji pada dasarnya terdiri dari tiga komponen yaitu:

1. Benih murni adalah benih yang sesuai dengan pernyataan pengirim atau secara dominan ditemukan di dalam contoh benih termasuk benih-benih varietas lain dalam jenis tanaman tersebut. Benih murni terdiri dari:
 - a. Benih utuh, benih muda, benih berukuran kecil, benih mengkerut dan benih sedikit rusak.
 - b. Benih terserang penyakit atau benih yang mulai berkecambah, tetapi benih tersebut masih bisa dikenali sebagai benih yang dimaksud. Jika bentuknya sudah berubah maka termasuk sebagai kotoran benih.
 - c. Pecahan benih. Biji dengan kotiledon terpisah dimasukkan dalam kriteria kotoran benih.
2. Benih spesies lain adalah benih tanaman selain yang dimaksudkan. Penentuan benih tanaman lain sebagai kotoran benih sama seperti pada penentuan benih murni.
3. Bahan lain (kotoran benih), meliputi benih dan bagian dari benih serta bahan-bahan lain yang bukan merupakan bagian dari benih.

Pengujian Mutu Fisiologis

Mutu fisiologis benih adalah kualitas benih yang ditunjukkan oleh daya hidup (*viabilitas*) benih sehingga mampu menghasilkan tanaman yang normal. Parameter pengujian mutu benih setidaknya adalah daya berkecambah, vigor benih, dan kecepatan tumbuh. Pada umumnya dalam pelabelan benih, mutu fisiologis yang dicantumkan adalah daya berkecambah.

Daya berkecambah (DB) adalah tolok ukur kemampuan benih untuk berkecambah normal pada kondisi lingkungan yang optimum. Kondisi lingkungan yang optimum dapat dicapai dengan mengkondisikan tempat pengujian, metode, dan media yang digunakan sesuai dengan standar yang berlaku. Media yang digunakan untuk menumbuhkan benih kedelai dapat dilakukan dengan pasir atau kertas. Metode yang digunakan adalah dengan cara ditanam di dalam pasir/sand (S), diatas kertas/*top of paper* (TP) dan diantara kertas/*between paper* (BP).

Semua kriteria dalam optimalisasi dan standardisasi mengacu pada ISTA (*International Seed Testing Association*).

Kecambah kedelai termasuk kedalam kecambah Tipe F. Tanaman pada grup ini merupakan tanaman dikotil dengan perkecambahan *epigeal* dengan pemanjangan epikotil. Evaluasi terhadap daya berkecambah harus memperhatikan lima komponen penting yaitu:

1. Kecambah normal (KN).

Kecambah normal adalah kecambah yang menunjukkan kemampuan untuk berkembang menjadi tanaman normal jika ditanam pada kondisi yang optimum. Kecambah yang sehat adalah kecambah yang semua struktur penting (sistem perakaran, sistem pucuk termasuk kotiledon dan epikotil serta daun) dapat tumbuh normal.

2. Kecambah abnormal (Ab).

Kecambah dikatakan abnormal jika satu atau lebih struktur penting abnormal. Contoh: akar primer tidak ada, akar rusak karena infeksi jamur, kotiledon rusak lebih dari 50%, epikotil membentuk spiral, dan lain sebagainya.

3. Benih segar tidak tumbuh (BSTT).

BSTT didefinisikan sebagai benih yang gagal berkecambah pada kondisi optimum perkecambahan yang diberikan tetapi masih bersih, kuat dan terlihat memiliki potensi untuk tumbuh menjadi kecambah normal. Bila pada akhir pengujian ditemukan benih segar lebih dari 5%, maka harus dilakukan konfirmasi pada benih tersebut melalui uji tetrazolium (TTz).

4. Benih Keras (BK).

BK adalah benih yang hingga akhir pengujian DB masih tetap keras karena tidak dapat menyerap air.

5. Benih Mati (BM).

BM adalah benih yang hingga akhir pengujian tidak keras, tidak segar atau tidak menunjukkan sedikitpun pertumbuhan. Benih mati biasanya lunak, berubah warna, seringkali bercendawan dan tidak ada tanda-tanda pertumbuhan.

Pengujian Kesehatan Benih

Hingga saat ini, pengujian kesehatan benih (*pathogen seedborne*) pada lot-lot (contoh) benih belum diwajibkan di Indonesia. Tujuan dari pengujian kesehatan benih adalah untuk mengetahui status (keadaan) contoh benih dan menunjukkan status kesehatan lot benih. Menurut Widajati (2013), pengujian kesehatan benih mempunyai arti penting karena:

1. Inokulum yang terbawa oleh benih dapat berkembang menjadi penyakit yang menyerang pertanaman di lapang sehingga mengurangi nilai komersialnya.
2. Benih-benih yang didatangkan ke daerah baru, kemungkinan mengintroduksi penyakit-penyakit ke daerah tersebut. Untuk itu tindakan karantina dan sertifikasi (kesehatan benih) sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit dari satu daerah ke daerah lain.

3. Pengujian kesehatan benih dapat memberikan penjelasan tentang penyebab rendahnya persentase daya kecambah atau buruknya pertumbuhan benih di lapang, sehingga akan menjadi pelengkap uji daya berkecambah.
4. Hasil pengujian kesehatan benih dapat dimanfaatkan untuk memberikan perlakuan (*treatment*) dalam suatu lot benih dalam upaya eradikasi patogen terbawa benih atau mengurangi resiko penularan penyakit.

Hasil penelitian Mbofung *et al.* (2013) menunjukkan bahwa benih kedelai yang diberi perlakuan fungisida memiliki viabilitas yang lebih baik dibandingkan tanpa diberi perlakuan pada penyimpanan selama 16 bulan di gudang (*nonclimate control warehouse*). Pada penyimpanan di *cold storage* (suhu 10 °C dan RH 59.5+7.3%) dan *warm storage* (suhu 25°C dan RH 31.2+11.1%) terlihat perbedaan pada penyimpanan selama 20 bulan. Jamur yang tumbuh pada benih yang diberi perlakuan fungisida lebih sedikit dibandingkan dengan tanpa perlakuan, terutama pada kondisi penyimpanan *warm storage* dan gudang.

PENUTUP

- Benih merupakan sarana produksi utama dalam kegiatan budi daya tanaman. Penggunaan benih bermutu tinggi adalah salah satu syarat penting untuk menghasilkan produksi tanaman yang menguntungkan secara ekonomis.
- Benih bermutu tinggi dicirikan dengan mutu fisik dan kemurnian spesies yang tinggi, daya berkecambah dan vigor yang tinggi, ukuran yang seragam, bebas dari biji gulma dan penyakit *seedborne*, dan kadar air yang tepat.
- Untuk mendapatkan benih bina yang bermutu tinggi diperlukan pengawalan mutu benih mulai dari tanam hingga panen, prosesing dan penyimpanan di gudang. Faktor utama yang menentukan mutu benih adalah kemurnian benih, kadar air dan daya berkecambah. Faktor-faktor tersebut dipengaruhi oleh kondisi produksi benih di lapangan, yaitu faktor genetik, lingkungan, dan status benih.
- Pengawasan mutu (QC: *Quality controls*) dalam kegiatan produksi benih sangat penting untuk menjaga mutu benih.
- Pengawalan mutu benih selayaknya mengacu pada prinsip genetik dan agonomis agar benih yang dihasilkan memiliki kemurnian genetik sesuai dengan keunggulan varietas. Pengawalan mutu dilakukan melalui penentuan lahan yang tepat, penentuan benih sumber yang akan digunakan, pemeriksaan lapangan, panen dan pasca panen, pengujian laboratorium serta pengawasan peredaran benih.
- Penyimpanan benih sebelum benih didistribusikan berperan penting dalam mempertahankan mutu fisiologis benih. Faktor yang mempengaruhi fisiologi benih selama penyimpanan adalah sifat genetik, viabilitas awal, kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Fourth edition. Kluwer Academic Publisher, London. 467 p.
- Erker, B. 2014. Improve yield with high quality seed. Fact sheet No.0.303 Crop series production. Colorado State University. extension.colostate.edu/docs/pubs/crops/00303.pdf.
- Ghassemi-Golezani, K and R. Mazloomi-Oskooyi. 2008. Effect of water supply on seed quality development in common bean (*Phaseolus vulgaris*). Int. J. Plant Prod. 2: 117-124. Diakses tanggal 7 Januari 2015.
- Hapsari, R.T., Y.R. Matana, S.J.R. Lekatompessy, dan T.R. Basoeki. 2010. Permeabilitas Kemasan. Lap. Praktikum Ekofisiologi Penyimpanan Benih, Bogor. 20 hlm.
- [ISTA] International Seed Testing Association. 2014. Seed Science and Technology. International Rules for Seed Testing. Internat. Seed Testing Association, Zurich.
- Ilyas, S. 2012. Ilmu dan Teknologi Benih: Teori dan Hasil-Hasil Penelitian. IPB Press, Bogor. 138 p.
- Justice, O.L. and Bass, L.N. 2002. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Roesli R, penerjemah. Jakarta (ID): Grafindo Persada. Terjemahan dari Principles and Practices of Seed Storage. 446 p.
- Keputusan Menteri Pertanian (Kementan) Republik Indonesia Nomor 1316/HK.150/C/12/2016.
- Mbofung, G.C.Y., A.S. Goggi, L.F.S. Leandro, and R.E. Mullen. 2013. Effects of storage temperature and relative humidity on viability and vigor of treated soybean seeds. Crop Sci. 53:1086–1095.
- Muntasir. 2013. Pengaruh kelembaban nisbi udara ruang simpan dan lama periode simpan terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). <http://etd.unsyiah.ac.id/index.php?> (28 Januari 2015).
- Permentan No.56/PermentanPK.110/II/2015. Produksi, Sertifikasi, dan Peredaran Benih Bina Tanaman Pangan dan Tanaman Hijauan Pakan Ternak.
- Purwanti, S. 2004. Kajian suhu ruang simpan terhadap kualitas benih kedelai hitam dan kedelai kuning [*Study of storage temperature on the quality of black and yellow soybean seed*]. JIPI. 11(1):22-31.
- Qadir, A. 2013. Teknologi produksi dan sertifikasi benih. hlm. 52-61. Dalam Widajati *et al.* (Penyunting). Dasar Ilmu dan Teknologi Benih. IPB Press, Bogor.
- Rezapour, R., H. Kazemi-arbat, M. Yarnia, and P. Zafarani-Moattar. 2013. Effect of Seed Size on Germinator and Seed Vigor of Two Soybean (*Glycine max* L.) Cultivars. Inter. Res. J. of Applied and Basic Sci. 4(11):3396-3401.
- Samuel, S.L., N. Purnamaningsih, dan Kendarini. 2012. Pengaruh kadar air terhadap penurunan mutu fisiologis benih kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Varietas Gepak Kuning selama dalam penyimpanan. <http://wartabepe.staff.ub.ac.id/files/2012/11/JURNAL.pdf>. Diakses tanggal 2 Februari 2016.

- Sari, N.L.A.P. 2014. Penyimpanan benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) pada berbagai kadar air benih dan jenis kemasan. [Skripsi]. Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fak. Pert., IPB. 42 hlm.
- Sutopo, L. 2004. Teknologi Benih (edisi revisi). Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Tatipata, A., Y. Prapto, P. Aziz, dan M. Woerjono. 2004. Kajian aspek fisiologis dan biokimia deteriorasi benih kedelai dalam penyimpanan. *JUPI* 11(2):76-87.
- Widajati, E. 2013. Metode Pengujian Benih. Hlm. 109-148. *Dalam* Widajati *et al.* (Penyunting). Dasar Ilmu dan Teknologi Benih. IPB Press, Bogor.
- Wirawan, B, dan S. Wahyuni. 2002. Memproduksi Benih Bersertifikat. Jakarta (ID): Penebar Swadaya. 120 p.
- Zecchinelli, R. 2009. The influence of seed quality on crop productivity. Proc. of the Second World Seed conference - Treponding to the challenges of a changing world: the role of new plant varieties and high quality seed in agriculture. FAO, Roma. p.150-158.

IDENTIFIKASI HAMA DAN PENGENDALIANNYA SECARA TERPADU PADA TANAMAN KEDELAI

Bedjo dan Marwoto

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

E-mail: marwoto_kabi@yahoo.co.id

RINGKASAN

Jenis hama yang menyerang tanaman kedelai sangat banyak, menyerang sejak fase kecambah hingga menjelang panen. Hal ini menjadi kendala utama usaha peningkatan produksi kedelai. Hama-hama tersebut mempunyai morfologi, perilaku, dan ekobiologi yang berbeda-beda. Kurangnya pengetahuan tentang biologi dan perilaku hama kedelai menjadi salah satu penyebab kegagalan pengendaliannya. Pengetahuan tersebut erat hubungannya dengan kemampuan memantau hama dan tindakan pengendaliannya. Oleh karena itu, pengetahuan tentang morfologi hama yang sedang menyerang tanaman, perilaku, dan ekobiologinya perlu dikuasai untuk meningkatkan efektifitas pengendaliannya. Sampai saat ini pengendalian hama masih mengandalkan pestisida kimia. Penggunaan pestisida kimia yang kurang bijaksana akan menimbulkan kerusakan ekosistem serangga, yaitu musnahnya musuh alami dan munculnya serangga yang resisten. Untuk meminimalkan dampak negatif akibat penggunaan pestisida kimia, maka pengendalian hama kedelai perlu menerapkan sistem pengendalian hama terpadu (PHT). Komponen-komponen PHT meliputi: teknik bercocok tanam, sanitasi/eradikasi, pengaturan pola tanam (pergiliran tanaman, waktu tanam, dan tanam serentak), penggunaan varietas tahan, pemanfaatan musuh alami, dan penggunaan pestisida kimia secara bijaksana. Untuk mendukung suksesnya program PHT, maka pengetahuan tentang hama dan ketrampilan pengendaliannya perlu dikuasai oleh petani maupun petugas pelaksana di lapang.

Kata kunci: hama, kedelai, pengendalian

PENDAHULUAN

Gangguan hama merupakan salah satu ancaman pengembangan kedelai di Indonesia. Serangan hama pada tanaman kedelai dapat menurunkan hasil sampai 80%, bahkan puso apabila tidak dikendalikan. Besar-kecilnya pengaruh kerusakan tanaman dan kehilangan hasil akibat serangan hama tergantung pada populasi hama yang hadir di pertanaman, bagian tanaman yang rusak, tanggap tanaman

terhadap serangan hama, dan fase pertumbuhan tanaman/umur tanaman (Marwoto dan Indiaty 2009).

Hingga saat ini, penggunaan insektisida merupakan pilihan utama untuk pengendalian hama, namun teknik aplikasinya sering tidak sesuai rekomendasi sehingga menimbulkan resistensi, resurgensi, terbunuhnya musuh alami, keracunan pada ternak, hewan dan bahkan manusia (Marwoto 2007; Anonymous 2007). Oleh karena itu, pengetahuan tentang Pengendalian Hama Terpadu (PHT) sangat diperlukan.

STATUS HAMA

Berdasarkan bagian tanaman yang diserang, hama kedelai dapat dikelompokkan menjadi: (1) hama yang hanya merusak bagian tanaman tertentu, dan (2) hama yang merusak hampir seluruh bagian tanaman. Berdasarkan fase pertumbuhan dikelompokkan menjadi: (1) hama yang kehadirannya hanya membahayakan pada fase tertentu saja, dan (2) yang dapat merusak sepanjang pertumbuhan tanaman. Selain itu, ada serangga yang imago, larva maupun nimfanya merusak tanaman. Hama yang menyerang tanaman kedelai sebanyak 111 jenis, tetapi tidak semua menimbulkan kerugian (Okada *et al.* 1988). Hama penting pada tanaman kedelai disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hama penting pada tanaman kedelai dan saat terjadinya serangan.

No	Nama latin	Umur tanaman (hari)				
		< 10	11-30	31-50	51-70	>70
1.	<i>Ophiomyia phaseoli</i>	+++	+			
2.	<i>Melanagromyza sojae</i>	+	+			
3.	<i>Melanagromyza dolichostigma</i>		+			
4.	<i>Bemisia tabaci</i>	+++	+++	++		
5.	<i>Aphis glycines</i>	+++	+++	++		
6.	Tungau merah <i>Tetranychus</i>		+	+	+	
7.	Wereng Hijau Kedelai <i>Empoasca</i> spp.		+	++	++	
8.	<i>Spodoptera litura</i>		+	++	+++	
9.	<i>Chrysodexis chalsites</i>		+	++	++	
10.	<i>Lamprosema indicata</i>		+	+	+	
11.	<i>Phaedonia Inclusa</i>		+++	+++	+++	++
12.	<i>Helicoverpa</i> sp.		+++	++	++	
13.	<i>Riptortus linearis</i>			+++	+++	++
14.	<i>Nezara viridula</i>			+++	+++	++
15.	<i>Piezodorus hubneri</i>			+++	+++	++
16.	<i>Etiella</i> spp.			++	+++	+

Keterangan : kehadirannya pada saat tersebut kurang membahayakan (+), membahayakan (++), dan sangat membahayakan (+++)

BIOEKOLOGI HAMA UTAMA

Lalat Kacang *Ophiomyia phaseoli* Tryon (Diptera: Agromyzidae)

Biologi: Lalat kacang betina meletakkan telur pada tanaman muda yang baru tumbuh. Serangga meletakkan telur di dalam lubang tusukan antara epidermis atas dan di bawah keping biji atau disisipkan dalam jaringan mesofil dekat pangkal keping biji, atau pangkal helai daun pertama dan kedua. Telur berwarna putih seperti mutiara, berbentuk lonjong dengan panjang 0,31 mm dan lebar 0,15 mm. Setelah dua hari, telur menetas dan keluar larva. Larva berukuran kecil, mula-mula berwarna putih kuning kemudian berubah menjadi kecoklatan. Larva masuk ke dalam keping biji atau pangkal helai daun pertama dan kedua, kemudian membuat lubang gerakan sambil makan. Selanjutnya larva menggerek batang melalui kulit batang sampai ke pangkal akar kemudian berkepompong di bawah epidermis kulit batang atau kulit akar pada pangkal batang atau pangkal akar. Pada pertumbuhan penuh, panjang tubuh larva mencapai 3,75 mm. Kepompong mula-mula berwarna kuning kemudian berubah menjadi kecoklatan.

Tanda Serangan: Serangan lalat kacang ditandai adanya bintik-bintik putih pada keping biji, pada daun pertama atau kedua. Bintik-bintik tersebut adalah bekas tusukan alat peletak telur lalat kacang betina. Tanda serangan larva pada keping biji dan daun berupa garis berkelok-kelok berwarna coklat. Pada batang, ulat menggerek melengkung mengelilingi batang di bawah kulit batang dan akhirnya berkepompong pada pangkal batang. Akibat gerakan tersebut tanaman menjadi layu, mengering dan tanaman akan mati.

Tanaman Inang: Selain kedelai, lalat kacang juga dapat menyerang kacang hijau, kacang merah, kacang uci, kacang tunggak, kacang hiris, orok-orok, *Vigna kosei*, *Phaseolus mungo*, *P. trilobus* dan *P. semierectus*

Lalat Batang Kacang *Melanagromyza sojae* Zehntner (Diptera: Agromyzidae)

Biologi: Imago lalat batang berwarna hitam, bentuk tubuhnya serupa dengan lalat bibit kacang, dengan sayap transparan. Ukuran tubuh serangga betina 1,88 mm dan serangga jantan 3,90 mm. Serangga meletakkan telur pada bagian bawah daun sekitar pangkal tulang daun dari daun ketiga dan daun yang lebih muda. Telur berbentuk oval dengan panjang 0,36 mm dan lebar 0,13 mm. Setelah 2-7 hari telur menetas menjadi larva. Larva yang baru keluar, makan pada jaringan daun kemudian menuju batang melalui tangkai daun dan masuk serta menggerek batang bagian dalam. Kepompong terbentuk di dalam batang dengan panjang 2,35 mm dan lebar 0,80 mm.

Tanda Serangan: Pada daun muda terdapat bintik-bintik bekas tusukan alat peletak telur. Lubang gerakan larva pada batang dapat menyebabkan tanaman layu, mengering dan mati.

Tanaman inang: Lalat batang kacang dapat juga menyerang pada kacang hiris, indigo, kacang uci, kacang hijau, *Flemingia* sp., dan *Phaseolus sublobatus*.

Lalat Pucuk *Melanagromyza dolichostigma* Zehntner (Diptera: Agromyzidae)

Biologi: Serangga dewasa berupa lalat berwarna hitam, bentuknya serupa lalat kacang. Panjang tubuh serangga betina 2,25 mm dan lebar 0,64 mm dengan rentang sayap 5,65 mm. Panjang tubuh serangga jantan 1,95 mm dan lebar 0,66 mm dengan rentang sayap 5,15 mm. Serangga meletakkan telur pada permukaan bawah dari daun-daun bagian pucuk yang belum membuka. Telur berwarna hijau keputihan, berbentuk lonjong dengan panjang 0,38 mm dan lebar 0,15 mm. Setelah keluar dari telur, larva makan dan menggerek ke dalam jaringan daun, kemudian menuju pucuk tanaman melalui tulang daun. Tubuh larva dewasa mempunyai panjang 3,30-3,76 mm dan lebar 0,7 mm. Kepompong dibentuk di dalam batang bagian pucuk, dengan panjang 2,35-2,55 mm dan lebar 0,42 mm.

Tanda Serangan: Terdapat bintik-bintik putih pada permukaan bawah daun. Serangan lalat pucuk pada tingkat populasi tinggi menyebabkan seluruh helai daun pada satu tangkai layu. Serangan pada awal pertumbuhan umumnya jarang terjadi, kematian pucuk berlangsung pada saat pembungaan.

Tanaman Inang: Selain tanaman kedelai, lalat pucuk ini dapat juga menyerang pada kacang uci, kacang buncis, *Soya hispida*, *Crotalaria juncea*, dan *Crotalaria mucunoides*.

Kutu Kebul *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae)

Biologi: Serangga dewasa ukuran tubuhnya 1-1,5 mm, berwarna putih dengan sayap jernih, ditutupi lapisan lilin yang bertepung. Serangga dewasa meletakkan telur dipermukaan 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 yang kakinya 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. Jenis lain yang lebih besar disebut *Aleurodicus dispersus* atau kutu putih.

Tanda Serangan: Serangga muda dan dewasa mengisap cairan daun. Ekskresi 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 kedelai dan kacang-kacangan lain.

Tanaman Inang: Hama ini dapat menyerang tanaman dari famili Compositae, Cucurbitaceae, Cruciferae, Solanaceae, dan Leguminosae.

Kutu Daun *Aphis glycines* Matsumura (Homoptera: Aphididae)

Biologi: Di daerah tropis, *A. glycines* hanya terdiri dari serangga betina. Serangga ini berbiak secara partenogenesis yaitu cara pembiakan tanpa adanya pembuahan sel telur oleh serangga jantan. Kotoran kutu daun mengandung gula, sehingga seringkali dijumpai semut yang menggerombol di dekat koloni *Aphis*. Tubuh berukuran kecil, lunak dan berwarna hijau agak kekuningan. Panjang tubuh *Aphis* dewasa 1-1,6 mm. Sebagian besar jenis serangga ini tidak bersayap, tetapi bila populasi meningkat sebagian serangga dewasa membentuk sayap yang bening. *Aphis* dewasa yang bersayap ini kemudian berpindah ke tanaman lain untuk membentuk koloni baru. Serangga ini menyukai bagian-bagian muda dari tanaman inangnya. Nimfa *Aphis* dapat dibedakan dengan imagonya dari jumlah ruas antena yang lebih sedikit pada nimfa yang lebih muda. Jumlah antena nimfa instar 1 umumnya 4 atau 5 ruas, instar dua 5 ruas, instar tiga 5-6 ruas, dan instar 4 atau imago 6 ruas. Populasi hama kutu daun tinggi pada kondisi cuaca panas pada musim kemarau.

Tanda Serangan: Hama ini menyerang tanaman kedelai pada semua umur. Serangga muda (nimfa) dan imago mengisap cairan tanaman. Serangan pada pucuk-pucuk tanaman muda menyebabkan pertumbuhan tanaman kerdil. Hama ini juga menjadi vektor (serangga penular) berbagai penyakit virus kacang-kacangan seperti *Soybean Mosaic Virus*, *Soybean Yellow Mosaic Virus*, *Bean Yellow Mosaic Virus*, *Soybean Dwarf Virus*, *Peanut Stripe Virus*.

Tanaman Inang: Sampai saat ini, kutu daun ini hanya menyerang tanaman kedelai.

Tungau merah *Tetranychus cinnabarius* Boisduval (Acarina: Tetranychidae)

Biologi: Tubuh tungau berwarna merah dengan tungkai putih, panjang sekitar 0,5 mm. Perkembangan dari telur hingga menjadi tungau dewasa berlangsung sekitar 15 hari. Tungau meletakkan telur di permukaan bawah daun kedelai. Warna telur kuning pucat dan berbentuk bulat dengan ukuran 0,15 mm. Perkembangan-biakan tungau sangat cepat pada musim kering.

Tanda Serangan: Tungau menyerang tanaman dengan mengisap cairan daun sehingga daun berwarna kekuningan. 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.

Tanaman Inang: Selain tanaman kedelai, tungau merah juga menyerang kacang tanah, kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, ubikayu, pepaya, dan karet.

Wereng Hijau Kedelai *Empoasca* spp. (Homoptera: Cicadelidae)

Biologi: Serangga dewasa berwarna hijau laut, pandai meloncat dan biasanya bersembunyi di bagian bawah daun. Serangga meletakkan telur pada daun dekat dengan ibu tulang daun. Lama stadium telur sembilan hari. Nimfa berwarna hijau muda, hidup di bagian bawah daun. Nimfa berganti kulit sampai empat kali, dan lama stadium nimfa sembilan hari. Masa pertumbuhan dari telur sampai dewasa 15 hari.

Tanda Serangan: Serangga dewasa dan nimfanya mengisap cairan daun. Daun yang terserang, pada bagian atas daun kelihatan bercak-bercak putih kekuningan.

Tanaman Inang: Selain tanaman kedelai, wereng hijau kedelai juga menyerang kacang tanah, kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, kapas.

Ulat Grayak *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae)

Biologi: Serangga dewasa ngengat abu-abu, meletakkan telur pada daun secara berkelompok. Setiap kelompok telur terdiri dari 30-700 butir yang ditutupi oleh bulu-bulu berwarna merah kecoklatan, dan akan menetas setelah 3 hari. Ukuran tubuh ngengat betina 1,4 cm, sedangkan yang jantan 1,7 cm. Ulat yang baru keluar dari telur berkelompok di permukaan daun dan makan epidermis daun. Setelah beberapa hari ulat mulai berpencar. 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 dewasa sekitar 50 mm. Kepompong terbentuk di dalam tanah, dan setelah 9-10 hari akan berubah menjadi ngengat dewasa.

Tanda Serangan: Selain pada daun, ulat dewasa dapat memakan polong muda dan tulang daun muda, sedang pada daun yang tua akan tersisa tulang-tulangannya.

Tanaman Inang: Selain tanaman kedelai, ulat grayak juga menyerang jagung, kentang, tembakau, kacang hijau, bayam, dan kobis.

Ulat Jengkal *Crysoideixis chalsites* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae)

Biologi: Panjang tubuh ulat dewasa sekitar 4 cm. Ngengat betina meletakkan telur pada permukaan bawah daun satu per satu. Telur berwarna putih kemudian berubah menjadi kuning, dan akan menetas setelah 3-4 hari. Ulat yang baru keluar berwarna hijau, yang dikenal sebagai ulat jengkal karena perilakunya. Ulat dewasa membentuk kepompong dalam daun yang dianyam, dan setelah 7 hari berubah menjadi ngengat. Ukuran tubuh ngengat betina 1,3 cm, sedangkan yang jantan 1,7 cm.

Tanda Serangan: Ulat memakan daun dari arah pinggir. Serangan yang parah pada daun hanya menyisakan tulang-tulang daun, dan keadaan ini biasanya terjadi pada fase pengisian polong.

Tanaman Inang: Ulat jengkal bersifat polifag. Selain kedelai, ulat jengkal juga menyerang tanaman jagung, kentang, tembakau, dan kacang-kacangan lain.

Ulat penggulung daun *Omiodes=Lamprosema/Hedylepta indicata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae)

Biologi: Ngengat betina berukuran kecil, berwarna coklat kekuningan dengan lebar rentangan sayap 20 mm. Ngengat betina meletakkan telur secara berkelompok (2-5 butir) pada daun-daun muda. Ulat yang keluar dari telur berwarna hijau, licin, transparan dan agak mengkilap. 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 daun saja yang tersisa. Panjang tubuh ulat dewasa sekitar 20 mm. Kepompong terbentuk di dalam gulungan daun. Kadang-kadang ulat jenis Tortricidae dijumpai dalam gulungan daun

Tanda Serangan: Serangan hama ini terlihat dengan adanya helai daun-daun tergulung menjadi satu. Bila gulungan dibuka, akan dijumpai ulat atau kotorannya yang berwarna coklat kehitaman.

Tanaman Inang: Selain menyerang kedelai, ulat ini juga menyerang kacang hijau, kacang tolo, kacang panjang, *Calopogonium* sp., dan kacang tanah.

Kumbang Kedelai *Phaedonia inclusa* Stall (Coleoptera: Crysomelidae)

Biologi: Kumbang dewasa berbentuk kubah, berwarna hitam mengkilap dengan bagian kepala dan tepi sayap depan berwarna kecoklatan. Panjang kumbang jantan 4-5 mm, dan yang betina 5-6 mm. Kumbang dewasa aktif pada pagi dan sore hari, sedangkan pada siang hari bersembunyi di celah-celah tanah. Kumbang dewasa memakan daun, pucuk tanaman, bunga, dan polong. Bila tanaman disentuh, kumbang akan menjatuhkan diri seolah-olah mati. Kumbang betina meletakkan telur secara berkelompok (5-10 butir) pada permukaan bawah daun, berbentuk bulat panjang (sekitar 1,33 mm), berwarna kuning atau kuning pucat. Setelah 4 hari, telur menetas dan keluar larva di mana untuk sementara tinggal di tempat telur diletakkan, kemudian pindah dan makan bagian pucuk bunga serta polong. Larva muda berwarna abu-abu gelap, sedangkan larva dewasa agak terang. Larva berganti kulit sebanyak 3 kali. Menjelang menjadi kepompong, larva menuju ke tanah dan berkepompong di sela-sela gumpalan tanah. Kepompong berwarna kuning pucat, panjang 3-5 mm. Masa menjadi kepompong selama 8 hari.

Tanda Serangan: Larva dan kumbang dewasa dapat merusak tanaman kedelai sejak tanaman muncul di permukaan tanah sampai panen. Bagian yang dirusak yaitu daun, pucuk, bunga, dan polong. Serangan pada daun tampak berlubang-lubang, polong muda luka-luka, sedangkan pada polong tua bagian kulitnya yang dimakan.

Tanaman Inang: Selain menyerang kedelai, *Phaedonia inclusa* juga menyerang *Desmodium ovalivolum*, *Desmodium trifolium*, *Desmodium gyroides*, dan *Pueraria phaseoloides*.

Ulat Polong *Helicoverpa armigera* Huebner (Lepidoptera: Noctuidae)

Biologi: Serangga meletakkan telur pada tanaman berumur 2 minggu. Telur (berwarna kuning muda) diletakkan secara terpencar satu per satu pada daun, pucuk atau bunga pada malam hari. Setelah 2-5 hari, telur menetas menjadi ulat. Ulat yang baru keluar akan memakan kulit telur. Ulat muda makan jaringan daun, sedangkan ulat instar yang lebih tua makan bunga, polong muda, dan biji. Panjang tubuh ulat dewasa sekitar 3 cm dan lebar kepala 3 mm, sedikit berbulu, berwarna hijau, hijau kekuningan, coklat, atau agak hitam kecoklatan. Kepompong terbentuk di dalam tanah. Setelah 12 hari, ngengat akan keluar, berwarna kuning kecoklatan.

Tanda Serangan: Ciri khusus cara makan ulat *Helicoverpa* adalah kepala dan sebagian tubuhnya masuk ke dalam polong. Selain makan polong, ulat muda juga memakan daun dan bunga.

Tanaman Inang: 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, sorghum, jeruk, dan bunga matahari.

Kepik Polong *Riptortus linearis* Fabricius (Hemiptera: Alydidae)

Biologi: Serangga dewasa mirip walang sangat, berwarna kuning coklat dengan garis putih kekuningan di sepanjang sisi badan. Kepik betina dan jantan dapat dibedakan dari perutnya. Perut kepik betina membesar dan kembung pada bagian tengahnya, sedangkan perut kepik jantan lurus dan ramping. Panjang tubuh kepik betina 13-14 mm dan yang jantan 11-13 mm. Serangga meletakkan telur secara berkelompok pada permukaan atas atau bawah daun, atau pada polong, berderet 3-5 butir. Telur berbentuk bulat dengan bagian tengah agak cekung, berdiameter 1,2 mm. Telur berwarna biru keabu-abuan, kemudian berubah menjadi coklat suram. Setelah 6-7 hari, telur menetas dan keluar kepik muda (nimfa). Kepik muda mengalami 5 kali pergantian kulit. Tiap pergantian kulit terdapat perbedaan bentuk, warna, ukuran, dan umur. Kepik muda mirip semut hitam. Rata-rata panjang tubuh nimfa pertama sampai kelima berturut-turut 2,6 mm, 4,2 mm, 6,0 mm, 7,0 mm, dan 9,9 mm.

Di Nusa Tenggara Barat ditemukan sejenis *Riptortus* yang lain, terkadang populasinya bercampur dengan *Riptortus linearis*. Garis kuning yang terdapat pada badannya tidak memanjang sepanjang badannya, tetapi terputus oleh adanya warna putih pada satu segmen antena.

Tanda Serangan: Kepik muda dan dewasa mengisap cairan polong dan biji dengan cara menusukkan stilet pada kulit polong dan terus ke biji kemudian mengisap cairan biji. Serangan yang terjadi pada fase perkembangan biji dan pertumbuhan polong menyebabkan polong dan biji tidak berisi (kempis), kemudian mengering dan polong gugur.

Tanaman Inang: Selain kedelai, kepik polong juga menyerang *Tephrosia* spp., *Acacia villosa*, dadap, *Desmodium*, Solanaceae, Convolvulaceae, *Crotalaria*, kacang panjang, dan kacang hijau.

Kepik Hijau *Nezara viridula* Linnaeus (Hemiptera: Pentatomidae)

Biologi: Terdapat tiga varietas kepik hijau yaitu: *N. viridula* var. *Smaragdula* (berwarna hijau polos), *N. viridula* var. *torquata* (berwarna hijau dengan kepala dan bagian toraks berwarna jingga atau kuning keemasan), *N. viridula* var. *Aurantiaca* (kuning kehijauan dengan tiga bintik hijau pada bagian dorsal). Kepik dewasa mulai datang di pertanaman menjelang pembungaan. Telur diletakkan secara berkelompok (sekitar 80 butir) pada permukaan daun bagian bawah, permukaan daun bagian atas, polong, dan batang tanaman. Bentuk telur seperti cangkir berwarna kuning dan berubah menjadi merah bata ketika akan menetas. Telur menetas setelah 5-7 hari. Nimfa (kepek muda) yang keluar terdiri dari 5 instar yang mempunyai perbedaan warna dan ukuran. Panjang tubuh nimfa instar satu sampai lima berturut-turut 1,2 mm, 2 mm, 3,6 mm, 6,9 mm, dan 10,2 mm. Kepik muda yang baru keluar tinggal bergerombol di atas kulit telur. Kepik muda instar 4 mulai menyebar ke tanaman sekitarnya. Pada pagi hari, kepik biasanya tinggal di permukaan daun bagian atas, tetapi pada siang hari akan turun ke bagian polong untuk makan dan berteduh.

Tanda Serangan: Kepik muda dan dewasa merusak polong dan biji dengan menusukkan stiletnya pada kulit polong terus ke biji kemudian mengisap cairan biji.

Tanaman Inang: Tanaman inang selain kedelai adalah padi, kacang-kacangan, *Crotalaria*, kentang, wijen, jagung, tembakau, lombok, dan *Tephrosia*.

Kepik *Piezodorus hubneri* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae)

Biologi: Kepik dewasa mirip *Nezara* yaitu berwarna hijau, mempunyai garis melintang pada lehernya. Panjang badannya 8,8-12,0 mm. Kepik jantan mempunyai garis berwarna merah muda, sedangkan kepik betina mempunyai garis berwarna putih. Serangga meletakkan telur secara berkelompok (9-42 butir, terdiri dari 2 baris) pada permukaan daun bagian atas, pada polong, batang, atau pada rumput. Telur berbentuk tong, berwarna abu-abu kehitaman dengan strip putih di

tengahnya. Setelah 4 hari, telur menetas dan keluar nimfa. Nimfa yang baru keluar dari telur berkelompok pada permukaan kulit telur dan tidak makan. Panjang tubuh nimfa instar satu sampai lima berturut-turut 1,10 mm, 2,23 mm, 3,34 mm, 5,30 mm, dan 8,59 mm. Dalam perkembangannya menjadi dewasa, kepik muda mengalami lima kali ganti kulit. Setelah ganti kulit, kepik muda mulai menyebar mencari makan.

Tanda Serangan: Kepik muda dan dewasa menyerang dengan cara menusuk polong dan biji serta mengisap cairan biji pada semua stadia pertumbuhan polong dan biji.

Tanaman Inang: Selain menyerang kedelai, kepik ini juga dijumpai pada tanaman kacang hijau dan kacang panjang.

Penggerek Polong Kedelai *Etiella zinckenella* Triet, *Etiella hobsoni* Butler (Lepidoptera: Pyralidae)

Biologi: Ngengat *E. zinckenella* berwarna keabu-abuan, bergaris putih pada sayap depan, sedangkan *E. hobsoni* tidak mempunyai garis putih pada sayapnya. Serangga meletakkan telur secara berkelompok (4-15 butir) di bagian bawah daun, kelopak bunga atau pada polong. Telur berbentuk lonjong dengan diameter 0,6 mm. Pada saat diletakkan telur berwarna putih mengkilap, kemudian berubah menjadi kemerahan, dan berwarna jingga saat akan menetas. Setelah 3-4 hari, telur menetas dan keluar nimfa, berwarna putih kekuningan dan kemudian berubah menjadi hijau dengan garis merah memanjang. Ulat instar 1 dan 2 menggerek kulit polong, kemudian masuk menggerek biji dan hidup di dalam biji. Setelah instar 2, ulat hidup di luar biji. Dalam satu polong sering dijumpai lebih dari 1 ekor ulat. Ulat instar akhir mempunyai panjang 13-15 mm dan lebar 2-3 mm. Ulat berkepompong dalam tanah dengan terlebih dulu membuat kokon dari tanah. Kepompong berwarna coklat dengan panjang 8-10 mm dan lebar 2 mm. Setelah 9-15 hari, kepompong berubah menjadi ngengat.

Tanda Serangan: berupa lubang gerakan berbentuk bundar pada kulit polong. Apabila terdapat dua lubang gerak pada polong tersebut berarti ulat sudah meninggalkan polong.

Tanaman Inang: Selain pada kedelai, hama ini juga menyerang *Crotalaria striata*, kacang tunggak, kacang kratak (*Phaseolus lunatus*), *Tephrosia eandida*, *Crotalaria juncea*, kacang hijau, dan kacang tanah.

PENGENDALIAN HAMA SECARA TERPADU

Pendekatan

Pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kedelai menggunakan pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). PHT adalah suatu cara pengendalian hama dan penyakit yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan (Untung 2006).

Strategi PHT adalah mendukung secara kompatibel semua teknik atau metode pengendalian hama dan penyakit didasarkan pada asas ekologi dan ekonomi. Prinsip operasional PHT adalah:

Budi daya tanaman sehat

Budi daya tanaman sehat dan kuat menjadi bagian penting setiap program pengendalian hama. Tanaman yang sehat lebih tahan terhadap serangan hama, lebih cepat mengatasi atau pulih dari kerusakan (*recovery*) dengan cara mempercepat membentuk tunas baru. Tanaman yang sehat diperoleh pendekatan teknik budi daya yang baik. Penerapan PHT berarti menjadikan setiap budi daya tanaman mulai pemilihan varietas, pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan sampai penanganan pascapanen dikelola secara tepat.

Pelestarian musuh alami

Musuh alami (parasit, predator, dan patogen serangga) merupakan faktor pengendali hama penting yang perlu dilestarikan dan dikelola agar berperan maksimal dalam mengendalikan populasi hama di lapang. Agar musuh alami pada agroekosistem kedelai berperan maksimal, perlu mengkondisikan ekosistemnya dengan cara:

- Meminimalkan terbunuhnya musuh alami terutama oleh pestisida.
- Pestisida hanya digunakan secara selektif baik dilihat dari jenisnya, waktu, tempat aplikasi, dan teknik aplikasinya. Pestisida digunakan apabila populasi musuh alami tidak mampu mengendalikan populasi hama.
- Melakukan konservasi musuh alami dengan cara pergiliran tanaman, pengolahan tanah yang sesuai, penanaman serentak, penanaman tumpang Sari, dan penggunaan varietas toleran hama.

Pemantauan ekosistem secara terpadu

Pemantauan ekosistem pertanian secara rutin merupakan dasar analisis ekosistem untuk pengambilan keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan. Untuk mengetahui keadaan ekosistem lahan yang selalu berubah dan berkembang, perlu dilakukan pemantauan terhadap tanaman, perkembangan populasi hama, peranan musuh alami, iklim, dan lingkungan (Huffaker *et al.* 1971, Wilf dan Labandeira 1999). Dalam keadaan tanaman tidak terserang, berarti alam

dapat mempertahankan keseimbangannya sehingga populasi hama tidak tinggi dan tidak menyebabkan kerugian, yang disebut keseimbangan hayati.

Keseimbangan hayati bukanlah hal yang statis tetapi dinamis. Faktor pengendali seperti cuaca/iklim, makanan dan hayati (parasit, predator, dan patogen) setiap saat dapat berubah dan keseimbanganpun akan berubah pula (Bale *et al.* 2002). Keseimbangan populasi hama dapat berubah karena campur tangan manusia dalam mengelola tanaman. Penggunaan pestisida yang tidak selektif dan tidak tepat dosis dapat membunuh musuh alami, menyebabkan timbulnya *resurgensi* hama atau hama yang dikendalikan semakin tinggi populasinya, dan menimbulkan resistensi hama. Kekuatan unsur-unsur alami mampu mengendalikan lebih dari 90% hama berada pada jumlah yang tidak merugikan. Tanpa disadari, kebanyakan petani tergantung pada kekuatan alami yang tersedia di lahannya. Pengendalian hama secara terpadu dengan sengaja mendayagunakan dan memperkuat peranan musuh alami yang menjadi jaminan pengendalian ledakan populasi hama.

Pengelolaan waktu tanam yang tumpang tindih sepanjang tahun akan menyebabkan tersedianya makanan bagi hama sepanjang tahun. Keadaan demikian akan mempercepat perkembangan populasi hama. Pengaruh iklim dan kelembaban dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan populasi hama. Pada keadaan suhu lingkungan optimum, kecepatan proses metabolisme serangga berbanding lurus dengan peningkatan suhu lingkungan (Witular 2008). Semakin cepat proses metabolisme, berarti semakin pendek waktu yang dibutuhkan hama untuk menyelesaikan perkembangannya.

Setiap lahan memiliki ekosistem dengan ciri khas tersendiri, sehingga setiap petani perlu memiliki keterampilan untuk memantau perkembangan populasi hama dan lingkungan, serta mengambil tindakan pengendalian hama yang tepat, praktis serta menguntungkan.

Petani sebagai ahli PHT

Petani sebagai pengambil keputusan harus mempunyai ketrampilan dalam menganalisis ekosistem sehingga mampu menetapkan keputusan pengendalian hama secara tepat sesuai dengan dasar PHT. Petani merupakan kelompok produsen pertanian yang terbesar, sehingga kinerja sektor pertanian sangat ditentukan oleh kinerja petani. Agar prinsip dan teknologi PHT dapat efektif dimanfaatkan dan diterapkan oleh petani dan kelompoknya perlu lebih dahulu dilakukan usaha pemberdayaan. Pemberdayaan dapat dilakukan melalui Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT).

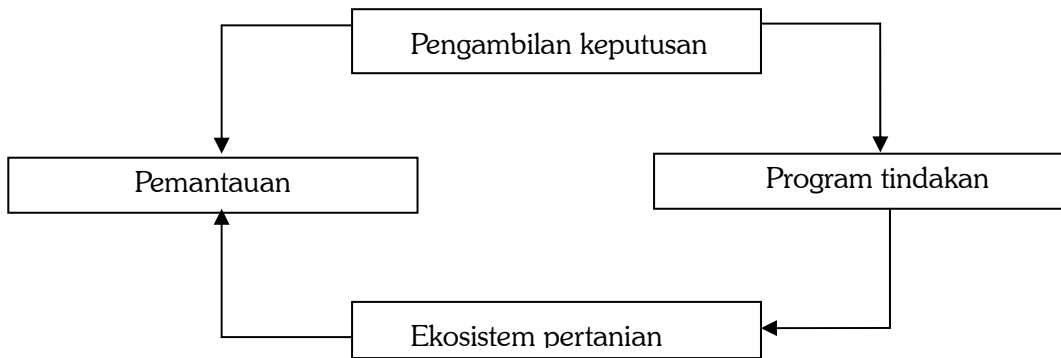
Pemasyarakatan PHT

Agar petani mau dan mampu menerapkan PHT, diperlukan usaha pemasyarakatan PHT melalui berbagai jalur, yaitu penerangan, pendidikan, dan pelatihan, baik yang dilakukan secara formal maupun informal. Perubahan mendasar dari pendekatan lama, yaitu mengutamakan pestisida ke pendekatan PHT membutuhkan waktu, tenaga, dan perhatian khusus dari pemerintah dan masyarakat.

Pihak-pihak berkepentingan atau *stakeholder* lainnya seperti pihak industri pestisida, peneliti, media massa, LSM perlu memberi dukungan positif pada petani yang menerapkan PHT.

Analisis Ekosistem Sebagai Dasar Pengendalian Hama

Prinsip PHT dalam pengambilan keputusan didasarkan atas analisis ekosistem. Analisis ekosistem yang telah ditetapkan dan berfungsi terdiri dari tiga subsistem, yaitu: pemantauan, pengambilan keputusan, dan tindakan (Gambar 1).



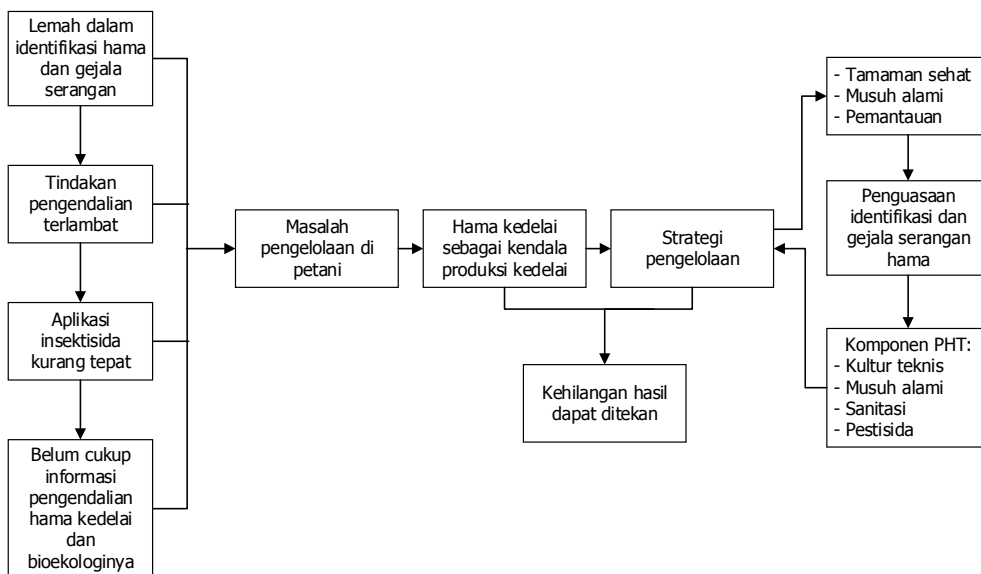
Gambar 1. Bagan teknik operasional pengambilan keputusan pengendalian hama.

Subsistem pemantauan atau monitoring berfungsi untuk selalu memantau keadaan agro-ekosistem yang dikelola melalui kegiatan pengamatan rutin terhadap komponen biotik (keadaan 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 seminggu 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 yang dapat dipertanggungjawabkan.

Subsistem pengambilan keputusan 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 tersedia dan dikuasai oleh pengambil keputusan. Keputusan yang diambil merupakan berbagai tindakan yang perlu dilakukan pada agro-ekosistem agar sasaran PHT terpenuhi, termasuk keputusan kapan dan bagaimana pestisida digunakan.

Subsistem program tindakan berfungsi 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 maupun kelompok.

Hubungan masalah hama kedelai sebagai kendala produksi dengan cara pengelolaan hama di tingkat petani dan strategi pengelolaan yang harus diterapkan dapat dilukiskan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan masalah hama kedelai sebagai kendala produksi dengan cara pengelolaan hama di tingkat petani dan strategi pengelolaan yang harus diterapkan.

Dalam pelaksanaan program pengendalian hama secara terpadu, pestisida digunakan apabila diperlukan dan merupakan usaha terakhir apabila cara lain tidak dapat digunakan. Oleh karena itu dasar-dasar aplikasi pestisida dan pengetahuan jenis serta perilaku dan bioekologi hama perlu diketahui oleh semua pihak yang terkait dalam usaha pengendalian hama.

Langkah Operasional PHT Kedelai

Pengendalian hama ditujukan untuk memberikan perlindungan pada tanaman dari serangan hama. Dalam pelaksanaan PHT diharapkan adanya partisipasi dari pemerintah pusat dan daerah, serta petani sebagai pelaku program. Langkah-langkah operasional penerapan PHT meliputi perencanaan, penyuluhan, sosialisasi, dan pengawalan/pendampingan (Untung 2006).

Perencanaan

Perencanaan dilaksanakan secara menyeluruh melalui koordinasi yang terprogram sejak awal kegiatan dari penentuan lokasi sampai pelaksanaan PHT kedelai. Perencanaan melibatkan seluruh institusi dari Direktorat Jendral Tanaman Pangan, Direktorat Perlindungan Tanaman, Balai Proteksi Tanaman Pangan dan

Hortikultura (BPTPH) di tingkat propinsi, Dinas Pertanian kabupaten, dan kelompok tani.

Penyuluhan

Kordinasi di lapang antara pejabat daerah (Camat, Kepala Desa), Pengamat Hama Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (PHPTPH), dan PPL sangat diperlukan. PHPTPH mempunyai tugas utama melakukan pengamatan hama dan penyakit di lapang dan memberikan rekomendasi pengendaliannya. PPL bertugas menyampaikan inovasi teknologi pertanian kepada petani. Koordinasi PHPTPH, PPL, dan institusi terkait di daerah diharapkan dapat merumuskan program dan pengambilan keputusan di lapangan dalam hal pengendalian hama. PPL diharapkan berperan sebagai ujung tombak dan mampu memberdayakan kemandirian petani, kelompok tani, dan kelompok asosiasi petani dalam melaksanakan PHT.

Sosialisasi PHT

Sosialisasi dan pemasyarakatan PHT perlu diberikan kepada Pemerintah Daerah, Dinas Pertanian, dan *stakeholder* terkait agar memberikan dukungan terhadap pelaksanaan PHT dalam program SLPTT kedelai.

Pengawasan/pendampingan.

Dalam pelaksanaan program PHT, pengawasan dan pendampingan kepada petani mutlak diperlukan untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Adopsi teknologi baru yang terus berkembang merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam mencapai sasaran pelaksanaan PHT.

PENUTUP

Hama merupakan salah satu ancaman dalam usaha peningkatan produksi kedelai, hingga kini kehilangan hasil akibat serangan hama masih sering dijumpai. Penerapan PHT dalam program peningkatan produksi kedelai merupakan salah satu upaya untuk menekan kehilangan hasil akibat serangan hama. Gerakan pemasyarakatan PHT kedelai perlu ditingkatkan dan pendampingan/bimbingan dalam penerapan PHT perlu dilakukan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2007. Strategi dan Inovasi Teknologi Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim Global. Badan Libang Pertanian. Deptan. 29 hlm.
- Bale, J. S. *et al.* 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biol.* 8:1–16.
- Huffaker, C.B., P.S. Mesenger, and P. de Bach. 1971. The Natural Enemy Component in Natural Control and The Theory of Biological Control. *In* C.B. Huffaker and P.S. Mesenger (ed). *Theory and Practice of Biology Control.* Academic Press, New York. 788 p.
- Irianto, S.G. 2009. Perubahan Iklim dan Ketahanan Pangan: Dampak dan strategi antisipasinya. Sem. Nas. Pemanasan Global: Strategi mitigasi dan adaptasi

- perubahan iklim di Indonesia. Fak. Pert. Univ. Brawijaya. Malang 31 Januari 2009. 14 hlm.
- Marwoto. 2007. Dukungan Pengendalian Hama Terpadu dalam Program Bangkit Kedelai. *Iptek Tan. Pangan* 2(1):79-92.
- Marwoto, Sri Hardaningsih, dan A. Taufiq. 2008. Hama, Penyakit, dan Masalah Hara pada Tanaman Kedelai: Identifikasi dan Pengendaliannya. Puslitbangtan. Cetakan ke 2. 66 hlm.
- Marwoto dan S.W. Indiaty. 2009. Strategi pengendalian hama kedelai dalam era perubahan iklim global. *Iptek Tan. Pangan* 4(1):94-103.
- Okada, T., W. Tengkan, and T. Djuarso. 1988. An outline of soybean pest in Indonesia in Faunestic aspects. Sem. Balittan Bogor. 6 December 1988. 37 p.
- Tengkan, W. dan M. Suhardjan, 1985. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. *Dalam* S. Sadikin, M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung, Yuswadi (eds). *Kedelai*. Puslitbangtan, Bogor. Hlm. 295-318.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Edisi kedua. Gadjah Mada Univ. Press. 348 hlm.
- 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>. Di akses 26 Nopember 2008.

Lampiran 1. Nilai ambang kendali hama pada tanaman kedelai dan alternatif pengendaliannya.

No	Jenis hama	Gejala Serangan	Nilai ambang kendali	Cara pengendalian
1.	<i>Ophiomyia phaseoli</i> (lalat kacang)	Bintik-bintik putih pada keping biji, pada daun pertama atau kedua. garis berkelok-kelok berwarna coklat pada keping biji dan daun. Bekas gerakan melengkung mengelilingi batang di bawah kulit batang, layu, mengering dan mati	1 ekor imago/5 batis 1 ekor imago/50 rumpun contoh atau serangan >2,5% Saat pemantauan tanaman berumur 6 HST, jam 06.00 pagi	Kultur teknis: tanam serempak selisih waktu tanam <10 hari, rotasi tanaman dengan tanaman bukan inang, menanam varietas toleran, pemberian mulsa jerami 5 t/ha Serangan melebihi ambang kendali: serbuk biji mimba (SBM) 50 g/L, insektisida berbahan aktif sipermetrin, fipronil pada 8 HST. Di daerah endemik: perlakuan benih dengan karbosulfan, thiokarb
2.	<i>Melanagromyza sojae</i> (lalat batang kacang)	Pada daun muda terdapat bintik-bintik bekas tusukan alat peletak telur. Ranting/pucuk batang patah Lubang gerakan larva pada batang dapat menyebabkan tanaman layu, mengering dan mati	1 ekor imago/5 batis 1 ekor imago/50 rumpun contoh atau serangan >2,5%	Kultur teknis: tanam serempak selisih waktu tanam <10 hari, rotasi tanaman dengan tanaman bukan inang, menanam varietas toleran, pemberian mulsa jerami 5 t/ha Melebihi ambang kendali: insektisida berbahan aktif deltametrin, imidakloprit, sipermetrin Di daerah endemik: perlakuan benih dengan insektisida berbahan aktif tiametoxam
3.	<i>Melanagromyza dolichostigma</i> (lalat pucuk)	bintik-bintik putih pada permukaan bawah daun. pada tingkat serangan tinggi menyebabkan seluruh helai daun pada satu tangkai layu. Terjadinya kematian pucuk pada saat pembungaan.	1 ekor imago/5 batis 1 ekor imago/50 rumpun contoh atau serangan >2,5%	Kultur teknis: tanam serempak selisih waktu tanam <10 hari, rotasi tanaman dengan tanaman bukan inang, menanam varietas toleran, pemberian mulsa jerami 5 t/ha Melebihi ambang kendali: insektisida berbahan aktif deltametrin, imidakloprit, sipermetrin Di daerah endemik: perlakuan benih dengan tiametoxam

Lampiran 1. Nilai ambang kendali hama pada tanaman kedelai dan alternatif pengendaliannya (Lanjutan).

No	Jenis hama	Gejala Serangan	Nilai ambang kendali	Cara pengendalian
4.	<i>Bemisia tabaci</i> (kutu kebul)	Tanaman sering tampak berwarna hitam karena ditumbuhi embun jelaga. Kutu kebul merupakan serangga penular penyakit Virus (CMMV) menyebabkan daun keriting	Jika terdapat kelompok kutu pada daun muda daun bergejala keriting Saat pemantauan tanaman berumur 15-45 HST	Kultur teknis: Tanam serempak <10 hari, sanitasi, rotasi tanaman Jika serangan melebihi ambang kendali semprot dengan insektisida berbahan aktifiametoksam, imidaclopritpada 15 hst
5.	<i>Aphis glycines</i> (kutu daun)	Serangan pada pucuk tanaman muda menyebabkan tanaman kerdil. Daun keriting	Jika terdapat kelompok kutu pada daun muda Daun keriting Saat pemantauan tanaman berumur 15-45 HST	Kultur teknis: Tanam serempak <10 hari, sanitasi, rotasi tanaman Jika serangan melebihi ambang kendali semprot dengan insektisida berbahan aktif tiametoksam, imidaclopritpada 15 hst
6.	<i>Tetranychus cinnabarius</i> Boisduval (tungau merah)	Tungau menyerang tanaman dengan mengisap cairan daun Populasi tinggi pada musim kemarau Daun menjadi kekuningan dan akhirnya putih Bintik-bintik merah adalah binatangnya	Gejala daun keputihan, bintik merah kelompok kutu pada daun muda umur 15 – 45 hari	Tanam serempak, tidak lebih dari 10 hari Memajukan waktu tanam Pergiliran tanaman Tumpang sari dengan jagung Semprot insektisida efektif
7.	<i>Empoasca</i> spp. (wereng hijau kedelai)	Serangga dewasa dan nimfanya mengisap cairan daun. Daun yang terserang, pada bagian atas daun kelihatan bercak-bercak putih kekuningan.	Jika pada daun muda urat daun menjadi putih dan mencapai 12,5% lebih dan apabila serangan tinggi tanaman layu	Tanam serempak, tidak lebih dari 10 hari Memajukan waktu tanam Tumpang sari dengan jagung Semprot insektisida efektif

Lampiran 1. Nilai ambang kendali hama pada tanaman kedelai dan alternatif pengendaliannya (Lanjutan).

No	Jenis hama	Gejala Serangan	Nilai ambang kendali	Cara pengendalian
8.	<i>Spodoptera litura</i> (ulat grayak)	Selain pada daun, ulat dewasa dapat memakan polong muda dan tulang daun muda Pada daun yang tua akan tersisa tulang-tulangnya	Ditemukan hama, kerusakan daun 12,5% pada tanaman berumur <20 HST Ditemukan hama, kerusakan daun >20% pada tanaman berumur >20 HST	Tanam serempak <10 hari, sanitasi, pemantauan rutin untuk pemusnahan kelompok telur, varietas toleran (Ijen) Aplikasi : biopestisida VirGra, 2 gr./l Untuk ulat grayak dengan sex feromon 6 perangkap/ha. Melebihi ambang kendali: insektisida berbahan aktif sipermetrin, lamdasihalotrin, karbosulfan
9.	<i>Chrysodeixis chalsites</i> (ulat jengkal)	Ulat memakan daun dari arah pinggir. Serangan yang parah pada daun hanya menyisakan tulang-tulang daun	Pada fase berbunga atau pembentukan polong ditemukan 13 ekor ulat instar 3/10 rumpun Pada fase pengisian polong ditemukan 26 ekor ulat instar 3/10 rumpun	
10.	<i>Lamprosema indicata</i> (penggulong daun)	Helai daun-dun tergulung menjadi satu. Bila gulungan dibuka, akan dijumpai ulat atau kotorannya yang berwarna coklat kehitaman.		
11.	<i>Phaedonia inclusa</i> Stall (kumbang kedelai)	Gejala daun berlubang, polong muda luka pada lapisan kulit (bekas gerekkan)	Kerusakan daun 12,5% umur < 20 hari ada hama Kerusakan daun 20% umur > 20 hari ada hama populasi imago/ 10 rumpun tanaman	Tanam serempak < 10 hari Pemantauan rutin, ambil telur, larva, imago Insektisida sipermetrin, BPMP, deltametrin, imidakloprid Pestisida nabati

Lampiran 1. Nilai ambang kendali hama pada tanaman kedelai dan alternatif pengendaliannya (Lanjutan).

No	Jenis hama	Gejala Serangan	Nilai ambang kendali	Cara pengendalian
12.	<i>Helicoverpa armigera</i> Huebner (ulat polong)	Ciri khusus cara makan ulat <i>Helicoverpa</i> adalah kepala dan sebagian tubuhnya masuk ke dalam polong dan membuat lubang gerakan lebih besar daripada gerakan <i>Etiella</i> . Selain makan polong, ulat muda juga memakan daun dan bunga serangan pada daun hampir sama ulat grayak,	Kerusakan polong 2,5% 2ekor ulat/rumpun pada tanaman berumur >45 hari	Kultur teknis: Tanam serempak <10 hari, sanitasi, pemantauan rutin untuk pemusnahan kelompok telur, tanaman perangkap jagung umur genjah-sedang Melebihi ambang kendali: insektisida berbahan aktif sipermetrin, lamdasihalorin, karbosulfan Aplikasi : biopestisida VirGra, 2 gr./l Pelepasan parasitoid <i>Trichogramma</i>
13.	<i>Riptortus linearis</i> (kepik polong, pengisap polong)	Serangan yang terjadi pada fase perkembangan biji dan perkembangan polong menyebabkan polong dan biji kempis, kemudian mengering dan polong gugur.	Intensitas kerusakan polong >2,5% 1 pasang imago/20 rumpun	Kultur teknis: Tanam serempak <10 hari, tanaman perangkap (Kacang hijau var. Merak), rotasi tanaman Melebihi ambang kendali semprot dengan insektisida berbahan aktif deltametrin, Sipermetrin, amidokloprid Aplikasi Cendawan entomopatogen pada telur, nimfa, imago
14.	<i>Nezara viridula</i> (kepik hijau, pengisap polong)	Kepik muda dan dewasa menyerang dengan cara mengisap cairan biji sehingga biji kempis	Intensitas kerusakan polong >2,5% 1 pasang imago/20 rumpun	Kultur teknis: Tanam serempak <10 hari, tanaman perangkap (Kacang hijau var. Merak), rotasi tanaman Melebihi ambang kendali semprot dengan insektisida berbahan aktif deltametrin, sipermetrin, amidokloprid Aplikasi cendawan entomopatogen pada telur, nimfa, imago Tanaman perangkap <i>Sesbania rostrata</i>

Lampiran 1. Nilai ambang kendali hama pada tanaman kedelai dan alternatif pengendaliannya (Lanjutan).

No	Jenis hama	Gejala Serangan	Nilai ambang kendali	Cara pengendalian
15.	<i>Piezodorus hubneri</i> (pengisap polong)	Kepik muda dan dewasa menyerang dengan cara mengisap cairan biji sehingga biji keriput, polong tidak berbiji	Intensitas kerusakan polong >2,5% 1 pasang imago/20 rumpun	Kultur teknis: Tanam serempak <10 hari, tanaman perangkap (Kacang hijau var. Merak), rotasi tanaman Melembi ambang kendali semprot dengan insektisida berbahan aktif deltametrin, sipermetrin, amidokloprid Aplikasi cendawan entomopatogen pada telur, nimfa, imago
16.	<i>Etiella</i> sp. dan <i>Maruca</i> spp. (penggerek polong)	Lubang gerekkan berbentuk bundar pada kulit polong. Apabila terdapat dua lubang gerek pada polong tersebut berarti ulat sudah meninggalkan polong	Kerusakan polong 2,5% 2ekor ulat/rumpun pada tanaman berumur >45 hari	Kultur teknis: Tanam serempak <10 hari, tanaman perangkap jagung Melembi ambang kendali semprot dengan insektisida berbahan aktif sipermetrin, karbosulfan, karbamil Pelepasan parasit trichograma

Lampiran 2. Insektisida rekomendasi untuk mengendalikan hama kedelai.

Hama sasaran	Nama insektisida	Nama bahan aktif
Lalat Kacang	Arrivo 30 EC	Alfa Sipermetrin
Lalat batang	Aldigi 500 EC	BPMC
Lalat pucuk	Alphadine 6 GR	Dimehipo
	Neptune 20 EC	Imidakloprid
	Basban 200 EC	Klorpirifos
	Curater 3 G	Carbofuran
	Cypermax 100 EC	Sipermetrin
	Decis 2,5 EC	Deltametrin
	Ofunak 40 EC	Piridafention
	Orthene 75 SP	Asefat
	Petroban 200 EC	Klorpirifos
	Vertigo 100 EC	Sipermetrin
	Veloso 400 SL	Asefat
	Tetris 30 EC	Teta Sipermetrin
	Tanicord 50 EC	Sipermetrin
	Sumithion 50 EC	Fenitrotion
	Sumialpha 25 EC	Esfenvalerat
	Stratin 420 SL	Monosultap
	Smackdown 100 EC	Sipermetrin
	Sidazinon 600 EC	Diazinon
	Sidamethrin 50 EC	Sipermetrin
	Sidabas 500 EC	BPMC
	Scud 50 EC	Sipermetrin
	Sanming 400 SL	Monosultap
	Samba 100 EC	Etofenfroks
	Ripcord 50 EC	Sipermetrin
	Regent 50 EC	Fipronil
Kutu kebul, <i>Bemisia tabaci</i>	Antimite	
Kutu Aphis, <i>Aphis glycin</i>	Aplaud 440 EC	Buprofezin
Tungau merah, <i>Tetranychus</i>	Actara 25 WG	Tiametoksam
	Amida 200 SL	Imidakloprid
	Mitac 200 EC	Amitraz
	Kelthene 200 EC	Dikofol
	Omite 570 EC	Propargit
	Veloso 400 SL	Asefat
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Rewaco 25 WP	Metidation
Wereng hijau kedelai, <i>Empoasca spp.</i>	Actara 25 WG	Tiametoksam
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Rudal 25 EC	Lamda sihalotrin
	Radar 15 EC	Alfametrin

Lampiran 2. Insektisida rekomendasi untuk mengendalikan hama kedelai (Lanjutan).

Hama sasaran	Nama insektisida	Nama bahan aktif
Ulat jengkal, <i>Chrysodexis chalsites</i>	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
	Tugard 160/10 EC	Khlorfirifos, Alfa Sipermetrin
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Sumithion 50 EC	Fenitrotion
	Samba 100 EC	Etofenfroks
Kumbang kedelai <i>Phaedonia inclusa</i>	Ambush 2 EC	Permetrin
	Bayrusil 250 EC	Kuinalfos
	Buldok 25 EC	Betasiflutrin
	Corsair 100 EC	Permetrin
	Cymbush 50 EC	Sipermetrin
	Decis 2,5 EC	Dekametrin
	Karphos 25 EC	Isoksation
	Kiltop 500 EC	BPMP
	Matador 25 EC	Sihalotrin
	Sumithion 50 EC	Fenitrotion
Sevin 85 EC	Karbaril	
Ulat grayak, <i>Spodoptera litura</i>	Arfo 30 EC	Sipermetrin
	Alika 247 ZC	Lamda sihalotrin
	Akrosh 50 EC	Sipermetrin
	Agrimec 18 EC	Abamektin
	Agrosiper 100EC	Sipermetrin
	Akron 500 EC	Profenofos
	Akurata 200 EC	Fenvalerat
	Alfamex 18 EC	Abamectin
	Alfast 30 EC	Alfa Sipermetrin
	Alfatox 50 EC	Alfa Sipermetrin
	Altak 15 EC	Alfa Sipermetrin
	Amabas 50 EC	BPMP
	Asetop 30 EC	Asetamiprid
	Astertrin 250 EC	Sipermetrin
	Ambush 2 EC	Alfa Sipermetrin
	Amcothene 75 SP	Asefat
	Amichlor 400 EC	Khlorpirifos
	Basma 200 EC	Sipermetrin
	Decis 2,5 EC	Dekametrin
	Trebon 95 EC	Etofenproks
	Atabron 50 EC	Klorfluazuron
	Cymbush 50 EC	Sipermetrin

Lampiran 2. Insektisida rekomendasi untuk mengendalikan hama kedelai (Lanjutan).

Hama sasaran	Nama insektisida	Nama bahan aktif
Ulat grayak, <i>Spodoptera litura</i>	Cascade 50 EC	Flufenoksuron
	Tamuldok 25 EC	Betasiflutrin
	Matador 25 EC	Sihalotrin
	Zerotine 100 EC	Sipermetrin
	Vet0 650 EC	Ventoat
	Valeron 200 EC	Fenvalerat
	Up-Grade 500 EC	Fention
	Turex WP	Bacillus thuringiensis
	Tugard 160/10 EC	Khlorfirifos, Alfa Sipermetrin
	Truper 3 GR	Karbofuran
	Trebon 95 EC	Etofenproks
	Tikam 50 EC	Sipermetrin
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Taurus 200 EC	Karbosulfan
	Tanicord 50 EC	Sipermetrin
	Tampidor 200 SL	Imidaklopid
	Tamafur 3 GR	Karbofuran
	Tamacin 50 WP	MIPC
	Sumithion 50 EC	Fenitrotion
	Sumialpha 25 EC	Esfenvalerat
	Starlet 400 SL	Bisultap
	Sniper 50 EC	Siflutrin
	Smackdown 100 EC	Sipermetrin
	Silatrin 100 EC	Sipermetrin
	Sidin 50 EC	Fenvalerat
	Sidador 30 EC	Lamda sihalotrin
	Sherpa 50 EC	Sipermetrin
	Sevin 85 SP	Karbaril
	Scud 50 EC	Sipermetrin
	Sanval 200 EC	Fenvalerat
	Santoat 400 EC	Dimetoat
	Santador 25 EC	Landa sihalotrin
	Sanfidor 200 SL	Imidaklopid
	Sancord 50 EC	Sipermetrin
	Samba 100 EC	Etofenfroks
	Salvo 300 EC	Sipermetrin
	Rudor 200 SL	Imidaklopid
	Rudal 25 EC	Lamda sihalotrin
	Rizotin 40 WP	Sipermetrin
	Ripcord 50 EC	Sipermetrin
	Royalciper 250 EC	Sipermetrin
	Rimon 100 EC	Novaluron
	Radar 15 EC	Alfametrin
	Prozinon 500 EC	Diazinon
	Propar 50 EC	Fenpropatrin

Lampiran 2. Insektisida rekomendasi untuk mengendalikan hama kedelai (Lanjutan).

Hama sasaran	Nama insektisida	Nama bahan aktif
Ulat penggulung daun <i>Lamprosema indicata</i>	Aldigi 500 EC	BPMC
	Android 72 EC	Abamektin
	Andromeda 50/100 EC	Acetamiprid
	Arthur 200EC	Karbosulfan
	Ambush 2 EC	Permetrin
	Basma 200 EC	Sipermetrin
	Corsair 100 EC	Permetrin
	Cymbush 50 EC	Sipermetrin
	Decis 2,5 EC	Dekametrin
	Fastac 15 EC	Alfametrin
	Yasithrin 30 EC	Sipermetrin
	Vertigo 100 EC	Sipermetrin
	Venus 400 SI	Dimehipo
	Trebon 95 EC	Etofenproks
	Tombak 189 EC	Sipermetrin
	Tetrin 36 EC	Alfa Sipermetrin
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Sumithion 50 EC	Fenitrotion
	Starelle 660 EC	Khlorpirifos, Sipermetrin
	Sopeton 108 EC	Sipermetrin
	Smackdown 100 EC	Sipermetrin
	Sidabas 500 EC	BPMC
	Sevin 85 SP	Karbaril
	Sanming 400 SL	Monosultap
	Samba 100 EC	Etofenfroks
	Rufino 500 SL	Dimehipo
	Rudal 25 EC	Lamda sihalotrin
	Rimon fast 100 EC	Novaluron, Bifentrin
	Riley 45 EC	Beta sipermetrin
	Regent 50 EC	Fipromil
	Radar 15 EC	Alfametrin
	Protehne 75 SP	Acefat
Proksi 500 EC	Profenofos	
Ulat pemakan polong <i>Helicoverpa armigera</i>	Ambush 2 EC	Permetrin
	Corsair 100	Permetrin
	Cymbush 50 EC	Sipermetrin
	Decis 2,5 EC	Dekametrin
	Fastac 15 EC	Alfametrin
	Tetrin 36 EC	Teta Sipermetrin

Lampiran 2. Insektisida Rekomendasi untuk mengendalikan hama kedelai (Lanjutan).

Hama sasaran	Nama insektisida	Nama bahan aktif
Kepik coklat, <i>Riptortus linearis</i>	Atabron 50 EC	Klorfluazuron
	Ambush 2 EC	Permetrin
	Bassa 500 EC	BPMC
	Android 72 EC	Abamektin
	Arthur 200EC	Karbosulfan
	Basma 200 EC	Sipermetrin
	Corsair 100 C	Permetrin
	Decis 2,5 EC	Dekametrin
	Kiltop 500 EC	Bpmc
	Larvin 75 WP	Thiodicarb
	Tugard 160/10 EC	Khlorfirifos, Alfa Sipermetrin
	Tombak 189 EC	Sipermetrin
	Tetrin 36 EC	Alfa Sipermetrin
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Starelle 660 EC	Khlorpirifos Sipermetrin
	Sopeton 108 EC	Sipermetrin
	Sidabas 500 EC	BPMC
	Protehne 75 SP	Asefat
Proksi 500 EC	Profenofos	
Kepik hijau, <i>Nezara</i>	Alika 247 ZC	Lamda sihalotrin
Kepik hijau pucat, <i>Piezodorus hubneri</i>	Atabron 50 EC	Klorfluazuron
	Ampligo 150 ZC	Klorantraniliprol
	Android 72 EC	Abamektin
	Ambush 2 EC	Permetrin
	Bassa 500 EC	BPMC
	Basma 200 EC	Sipermetrin
	Decis 2,5 EC	Dekametrin
	Larvin 75 WP	Thiodicarb
	Matador 25 EC	Sihalotrin
	Venus 400 SL	Dimehipo
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Smackdown 100 EC	Sipermetrin
	Rufino 500 SL	Dimehipo
	Rudal 25 EC	Lamda sihalotrin
	Regent 50 EC	Fipronil
	Radar 15 EC	Alfametrin

Lampiran 2. Insektisida rekomendasi untuk mengendalikan hama kedelai (Lanjutan).

Hama sasaran	Nama insektisida	Nama bahan aktif
Ulat penggerek polong <i>Etiella</i> spp.	Alika 247 ZC	Lamda sihalotrin
	Ampligo 150 ZC	Klorantraniliprol
	Android 72 EC	Abamektin
	Arthur 200EC	Karbosulfan
	Atabron 50 EC	Klorfluazuron
	Basban 200EC	Khlorpirifos
	Buldok 25 EC	Betasiflutrin
	Cymbush 50 EC	Sipermetrin
	Fastac 15 EC	Alfametrin
	Marshal 200 EC	Carbosulfan
	Matador 25 EC	Sihalotrin
	Ripcord 5 EC	Sipermetrin
	Vertigo 100 EC	Sipermetrin
	Venus 400 SL	Dimehipo
	Tugard 160/10 EC	Khlorfirifos, Alfa Sipermetrin
	Tombak 189 EC	Sipermetrin
	Tetrin 36 EC	Alfa Sipermetrin
	Tetrin 30 EC	Teta Sipermetrin
	Tanicord 50 EC	Sipermetrin
	Sumithion 50 EC	Fenitrotion
	Starelle 660 EC	Khlorpirifos Sipermetrin
	Sopeton 108 EC	Sipermetrin
	Smackdown 100 EC	Sipermetrin
	Sistrin 75 EC	Sipermetrin
	Sidabas 500 EC	BPMC
	Sherpa 50 EC	Sipermetrin
	Sevin 85 SP	Karbaril
	Samba 100 EC	Etofenfroks
	Rudal 25 EC	Lamda sihalotrin
	Ripcord 50 EC	Sipermetrin
	Riley 45 EC	Beta sipermetrin
	Protehne 75 SP	Asefat
	Proksi 500 EC	Profenofos

Sumber: Ditjen BSP (2016).

Lampiran 3. Gambar hama utama pada tanaman kedelai.



Imago *Ophiomyia phaseoli*
Lalat kacang



Pupa *O. phaseoli*



Tanda Serangan *O. phaseoli*



Imago *Melanagromyza dolichostigma*
Lalat batang kacang



Larva *M. dolichostigma*



Tanda Serangan
M. Dolichostigma



Imago *Melanagromyza sojae*
Lalat penggerak pucuk kedelai



Pupa *M. sojae*



Tanda serangan *M. Sojae*



Imago *Lamprosema indicata*



Larva *L. indicata*

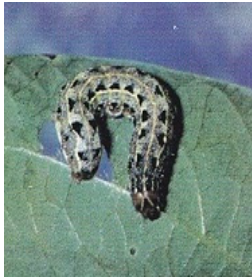


Daun terserang *L. Indicata*

Lampiran 3. Gambar hama utama pada tanaman kedelai (Lanjutan).



Imago *Spodoptera litura*



Larva *S. litura*



Telur dan larva instar-1 *S. litura*



Tanda serangan *S. litura*



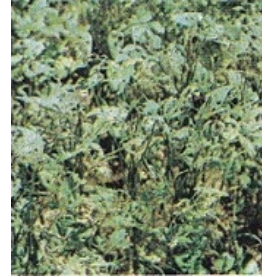
Imago *Chrysodeixis Chalcites*



Imago *Trichoplusia orichalcea*



Larva *C. chalcites*



Tanda serangan *C. Chalcites*



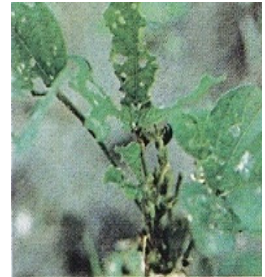
Imago *Phaedonia Inclusa*



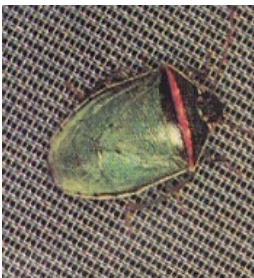
Larva *P. inclusa*



Telur *P. inclusa*



Tanda serangan *P. Inclusa*



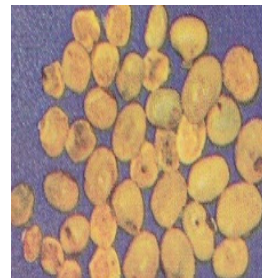
Imago *Piezodorus Hybneri*



Nimfa *P. hybneri*



Kelompok telur *P. hybneri*



Biji kedelai terserang pengisap polong

Lampiran 3. Gambar hama utama pada tanaman kedelai (Lanjutan).



Imago *Riptortus linearis*



Nimfa instar-5
R. linearis



Nimfa instar-2
R. linearis



Telur *R. linearis*



Imago *Etiella zinckenella*



Larva *E. zinckenella*



Telur *E. zinckenella*



Imago *Helicoverpa armigera*



Larva *H. armigera*



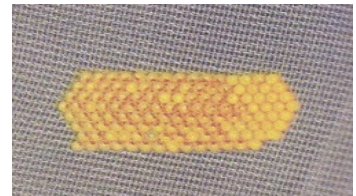
Tanda serangan *H. Armigera*



Imago *Nezara viridula*



Nimfa *N. viridula*



Kelompok telur *N. Viridula*



Imago *Aphis glycines* tanpa sayap



Imago *A. glycines* bersayap

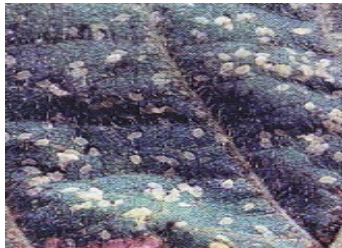


Koloni *A. Glycines*

Lampiran 3. Gambar hama utama pada tanaman kedelai (Lanjutan).



Imago *Bemisia tabaci*



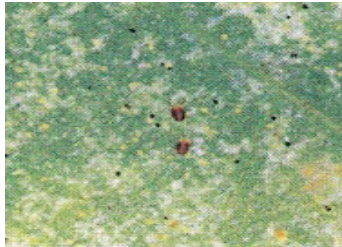
Nifa dan Pupa *B. tabaci*



Tanda Serangan *B. Tabaci*



Imago *Tetranychus Cinnabarinus*



Imago, nimfa dan telur
Tetranychus cinnabarinus



Tanda serangan *T. Cinnabarinus*



Imago dan Nimfa *Empoasca*



Tanda serangan *Empoasca*

Sumber: Marwoto *et al.* (2008)

BIOPESTISIDA UNTUK PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT KEDELAI

Yusmani Prayogo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

E-mail: yusmani.prayogo@yahoo.com

RINGKASAN

Biopestisida adalah pestisida yang bahan bakunya berasal dari alam, dapat berupa tanaman (pestisida nabati) atau bahan hayati dari mikroorganisme yang digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Biopestisida yang berasal dari mikroorganisme terdiri dari cendawan, virus, nematoda, dan bakteri. Jenis mikroorganisme yang dapat digunakan untuk pengendalian hama utama kedelai antara lain: cendawan entomopatogen dan cendawan antagonis untuk agens pengendalian penyakit tular tanah, virus entomopatogen untuk pengendalian hama perusak daun dan polong, bakteri untuk agens pengendalian penyakit tular tanah, nematoda entomopatogen untuk mengendalikan hama dari ordo Lepidoptera. Organ infeksi biopestisida yang berasal dari mikroorganisme dalam bentuk konidia/spora (cendawan), partikel polyhedral (virus), juvenile (nematoda), dan paraspora (bakteri). Keuntungan penggunaan biopestisida adalah mudah diperoleh, mudah dikembangkan, tidak menimbulkan residu, tidak menimbulkan resistensi, menghasilkan produk pertanian sehat, dan lebih aman terhadap kelangsungan hidup musuh alami. Namun terdapat beberapa kelemahan dari biopestisida antara lain daya kerjanya agak lamban, tidak tahan terhadap lingkungan, tidak tahan disimpan lama, kurang praktis, dan efikasinya sering tidak konsisten.

Kata kunci: biopestisida, hama, pengendalian, penyakit

PENDAHULUAN

Biopestisida adalah pestisida yang berbahan baku tanaman maupun mikroorganisme (Chandler *et al.* 2011; Suganthy dan Sakthivel 2013). Bahan aktif biopestisida dari tanaman diekstrak dari organ tanaman yaitu daun, kulit batang, biji, dan akar (Arutselvi *et al.* 2012; Bajwa dan Ahmad 2012). Biopestisida yang berbahan baku mikroorganisme terdiri dari cendawan, virus, nematoda, dan bakteri (Joseph *et al.* 2012). Biopestisida yang berasal dari mikroorganisme mudah diperoleh dari alam.

Cendawan entomopatogen yang sudah dikembangkan sebagai agens hayati untuk pengendalian hama adalah *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Nomuraea rileyi*, dan *Spicaria* sp. Jenis virus entomopatogen yang dikenal adalah isolat dari S/NPV dan HaNPV (Prasad dan Yogita 2011). Nematoda yang sudah dikembangkan sebagai agens pengendali hama adalah *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis* sp. (Sila 2012; Kalia *et al.* 2014). Cendawan antagonis yang sudah dikenal sebagai agens pengendali penyakit adalah *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. (Mcquilken *et al.* 2001; Wilson *et al.* 2008).

Pemanfaatan biopestisida dari mikroorganisme untuk agens pengendalian hama penyakit kedelai di Indonesia belum berkembang pesat seperti pada tanaman hortikultura dan perkebunan. Hal ini karena petani belum mempunyai pengalaman yang cukup tentang efikasi agens-agens hayati tersebut, kurangnya pengetahuan bioekologi hama atau penyakit utama kedelai sehingga pengendalian yang diterapkan sering tidak sesuai, tanaman semusim kurang komersial dibandingkan hortikultura maupun perkebunan, sudah terbiasa menggunakan insektisida kimia dan juga mudah mendapatkannya. Kedelai merupakan tanaman semusim sehingga biopestisida yang diaplikasikan tidak mampu bertahan dan berkembang lama di alam (*establish*), produk mikroorganisme sulit diperoleh di pasaran.

Dalam era globalisasi, masyarakat semakin sadar kesehatan sehingga menghendaki produk yang dikonsumsi terbebas dari residu pestisida kimia. Berbagai upaya telah dilakukan untuk meminimalisasi residu pestisida kimia yang terkandung pada hasil maupun yang mencemari lingkungan. Selain itu, karena harga pestisida kimia yang makin mahal, dan terjadinya peningkatan kekebalan hama terhadap pestisida kimia, maka perlu dicari solusi alternatif yang tepat untuk pengendalian hama dan penyakit kedelai. Makalah ini membahas jenis biopestisida yang berasal dari mikroorganisme (cendawan, virus, nematode entomopatogen, dan cendawan antagonis), pemanfaatan biopestisida, efikasi, keuntungan pemanfaatan biopestisida, cara perbanyakan, serta persiapan cara aplikasi untuk pengendalian hama dan penyakit kedelai di lapangan.

JENIS BIOPESTISIDA DAN EFIKASINYA UNTUK PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT KEDELAI

Efikasi adalah efektivitas atau kemampuan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Cendawan Entomopatogen

Cendawan entomopatogen (biasa disebut CEP) merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agens untuk pengendalian hama utama kedelai. CEP yang banyak dikembangkan adalah *Nomuraea rileyi*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Hirsutella thompsoni*, dan

Paecilomyces fumosoroseus (Chernaki-Leffer *et al.* 2007; Stafford dan Allan 2010; Pereira *et al.* 2011).

Nomuraea rileyi

- Mampu membunuh ulat grayak (*Spodoptera litura*) stadia larva hingga 100% dalam waktu empat hari. Ciri-ciri larva *S. litura* yang mati terinfeksi cendawan *N. rileyi* adalah terkolonisasi miselium berwarna putih pada tiga hari setelah infeksi, cendawan akan berkembang dan mengkolonisasi seluruh tubuh larva hingga nampak berwarna hijau muda hingga hijau tua (Gambar 1), dan membentuk struktur reproduksi berupa konidia. Jika di lapangan menemukan ulat grayak yang terinfeksi cendawan tersebut, maka koloni isolat cendawan tersebut dapat segera dibiakkan atau diperbanyak. Pemiakan dapat dilakukan pada media buatan, seperti PDA (*potato dextrose agar*). Pada awal pertumbuhan, koloni berwarna putih (Gambar 2a). Dalam perkembangan waktu, koloni berubah warna hijau muda menjadi hijau tua (Gambar 2b) dan membentuk konidia sangat cepat.
- Efektif mengendalikan ulat jengkal (*Chrysodeixis chalcites*), ulat penggulung daun (*Lamprosema indicata*), dan hama penggerek polong (*Etiella zinckenella*).



Gambar 1. Larva *Spodoptera litura* instar III yang mati terinfeksi cendawan *Nomuraea rileyi*, menggantung pada tangkai daun kedelai.

Beauveria bassiana

- Memiliki inang cukup banyak dari ordo Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, dan Coleoptera.
- Efikasi sekitar 99%, tergantung stadia serangga maupun ordo hama yang dikendalikan.
- Efektif mengendalikan hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*) yang terkenal sangat sulit dikendalikan dengan insektisida kimia.
- Toksik terhadap hama *Aphis cracivora* dan *A. glycine* yang merupakan vektor virus.

- Efektif mengendalikan hama pengisap polong *Riptortus linearis*, *Nezara viridula*, dan *Piezodorus hybneri*. Serangga *R. linearis* yang terinfeksi cendawan *B. bassiana* ditandai dengan kolonisasi miselium berwarna putih (Gambar 3), yang terjadi pada 7 hari setelah infeksi.
- Sangat toksik terhadap hama pengisap polong *N. viridula* (Gambar 4).
- Mampu menginfeksi hama kumbang daun *Phaedonia inclusa* dan *Epilachna soyae*, yang juga menyerang polong hingga mengelupas.
- Mampu membunuh hama pada stadia telur karena bersifat ovisidal (*ovicidal*). Belum ada insektisida kimia yang dapat membunuh hama pada stadia telur.



Gambar 2. Koloni cendawan *Nomuraea rileyi* pada media PDA (a) dan kumpulan konidia cendawan yang berwarna hijau tua (b).

Lecanicillium lecanii

- Toksik terhadap hama pengisap polong *R. linearis*. Seluruh stadia *R. linearis* sangat rentan terhadap efikasi cendawan *L. lecanii*, terutama stadia telur (Gambar 5). Virulensi cendawan *L. lecanii* ini karena memiliki enzim kitinase, protease, amilase, dan lipase. Enzim yang terkandung dalam cendawan ini mampu mengakibatkan gagal ganti kulit (*moulting*).
- Mampu mematikan stadia telur *R. linearis* hingga mencapai 99%.
- Mampu membunuh hama kutu kebul *B. tabaci* (Gambar 6). Serangga *B. tabaci* merupakan vektor utama penyakit virus pada kedelai yang paling sulit kendalikan. Aplikasi *L. lecanii* mampu menekan kerusakan tanaman kedelai akibat ditumbuhi cendawan embun jelaga yang berwarna hitam (Gambar 7). Embun jelaga terjadi karena adanya sekresi embun madu dari *B. tabaci*. Embun jelaga yang tumbuh pada permukaan bagian atas daun menyebabkan terganggunya proses fotosintesis. Selain itu, daun mengering karena cairan daun diserap oleh cendawan embun jelaga tersebut.



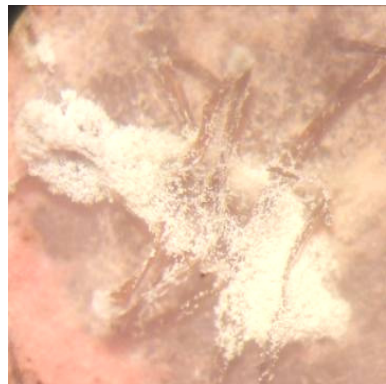
(a)



(b)



(c)

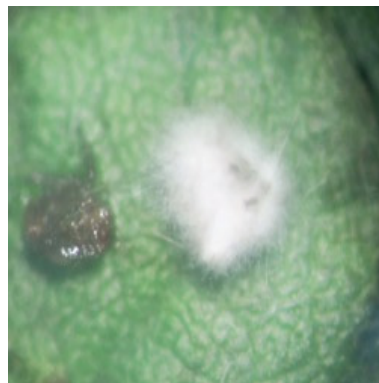


(d)

Gambar 3. Nimfa instar II *Riptortus linearis* (a), instar III (b), instar IV (c) dan imago (d) yang mati akibat infeksi dan kolonisasi miselium cendawan entomopatogen *B. bassiana*.

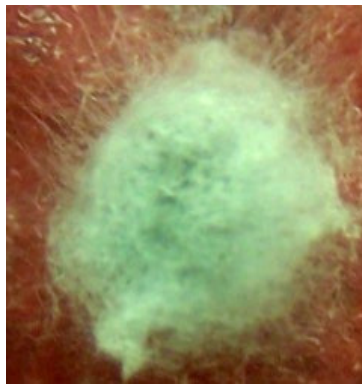


(a)



(b)

Gambar 4. Nimfa *Nezara viridula* instar I (a) dan (b) telur yang mati terinfeksi cendawan *B. bassiana* pada umur 7 hari setelah inokulasi.

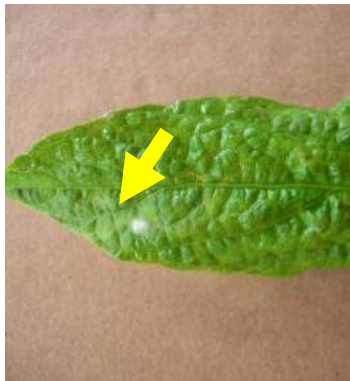


(a)



(b)

Gambar 5. Telur *Riptortus linearis* (a), nimfa instar II *R. linearis* yang mati gagal ganti kulit akibat infeksi cendawan *L. lecanii* (b).



(a)



(b)

Gambar 6. *Bemisia tabaci* mati terinfeksi dan terkolonisasi miselium cendawan *Lecanicillium lecanii* setelah empat hari aplikasi.



(a)



(b)

Gambar 7. Kedelai varietas Argomulyo yang diaplikasi menggunakan biopestisida *Lecanicillium lecanii* (a), dan tanpa aplikasi (b).

Virus Entomopatogen

Virus entomopatogen yang sudah dikenal sebagai agens hayati untuk mengendalikan hama utama kedelai adalah *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (S/NPV).

- S/NPV mampu membunuh serangga ulat grayak (*S. litura*) hingga 100% pada stadia larva dalam waktu sekitar 6 hari setelah aplikasi (Indrayani *et al.* 2003; Bedjo 2005 dan 2011). Organ infeksi dari S/NPV adalah partikel polyhedral dalam bentuk virion yang dapat diperbanyak pada serangga hidup. Larva *S. litura* yang mati terinfeksi NPV ditandai dengan tubuh larva menggantung pada organ tanaman dengan tubuh membusuk dan berwarna hitam (Gambar 8a), dari tubuh larva keluar cairan yang berwarna keruh yang mengandung partikel polyhedral (Gambar 8b).
- S/NPV efektif membunuh larva hama pemakan polong (*Helicoverpa armigera*) pada stadia larva (Bedjo 2005; Putri *et al.* 2015). Isolat virus entomopatogen yang berasal dari serangga larva *H. armigera* sangat efektif membunuh hama pemakan polong maupun hama pemakan daun (Bedjo 2012a).
- Kombinasi isolat S/NPV dan HaNPV sangat efektif karena dapat membunuh larva ulat grayak dan pemakan polong mencapai 100% dalam waktu 6 hari (Bedjo 2012b).



(a)



(b)

Gambar 8. Larva *Spodoptera litura* tergantung akibat mati terinfeksi NPV (a), dan cairan partikel polyhedral dari larva *S. litura* mati terinfeksi NPV (b).

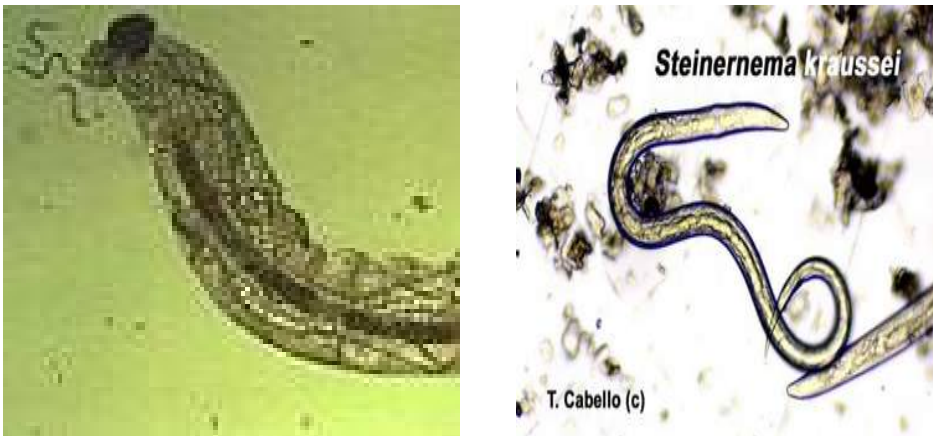
Nematoda Entomopatogen

Nematoda entomopatogen (biasa disebut NEP) berbentuk cacing berukuran 700-1200 mikron, transparan, panjang, dan berada di tanah (Nugrohorini 2010) (Gambar 9). NEP *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. banyak digunakan untuk mengendalikan hama ordo Lepidoptera (Kalia *et al.* 2014; Shairra dan

Noah 2014). Infeksi NEP ke tubuh serangga inang melalui lubang kutikula atau lubang-lubang alami seperti spirakel, mulut, dan anus dengan bantuan simbiosis mutualisme dengan bakteri yang dibawa dalam saluran pencernaannya (Boemare 2002; Shapiro dan Gaugler 2002).

Siklus hidup NEP sederhana, yaitu dari telur, juvenil dan dewasa. Siklus hidup nematoda mulai dari menginfeksi sampai muncul generasi baru butuh waktu 7-10 hari (Wagiman *et al.* 2003). Juvenil terbagi menjadi juvenil instar 1 (J1), juvenil instar 2 (J2), juvenil instar 3 (J3), dan juvenil instar 4 (J4). JI meninggalkan bangkai inang 2-3 minggu setelah berkembang di dalam tubuh inang dan mencari inang yang baru (Ehlers *et al.* 2000).

Xenorhabdus sp. dan *Photorhabdus* sp. adalah bakteri gram negatif famili Enterobacteriaceae yang hidup bersimbiosis dengan nematoda *Heterorhabditis* dan *Steinernema* (Tailliez *et al.* 2010). Kedua bakteri tersebut mengeluarkan racun yang mampu membunuh serangga hama dalam waktu 24-48 jam. Gejala serangga hama yang terserang NEP adalah adanya perubahan warna, tubuh menjadi lembek, dan bila dibedah jaringan menjadi cair tetapi tidak berbau (Sucipto 2008).



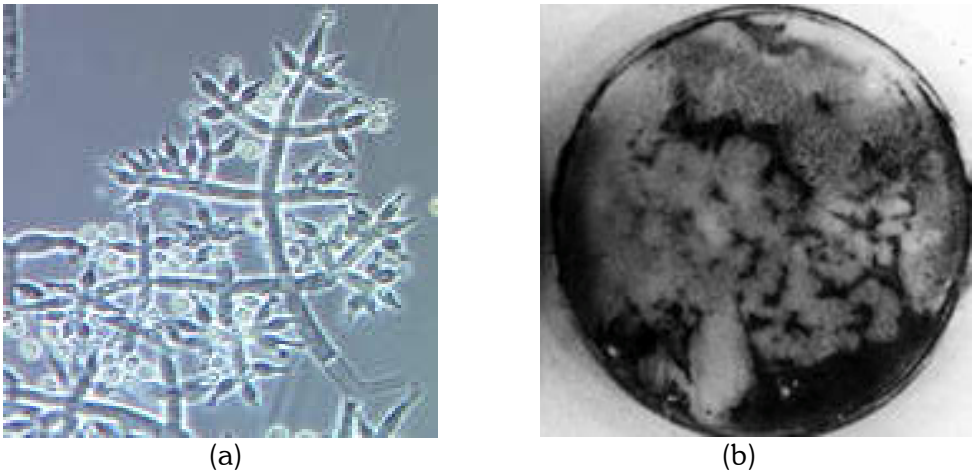
Gambar 9. Nematoda entomopatogen (NEP) *Steinernema kraussei* untuk agens pengendalian hama tanaman.

Cendawan Antagonis

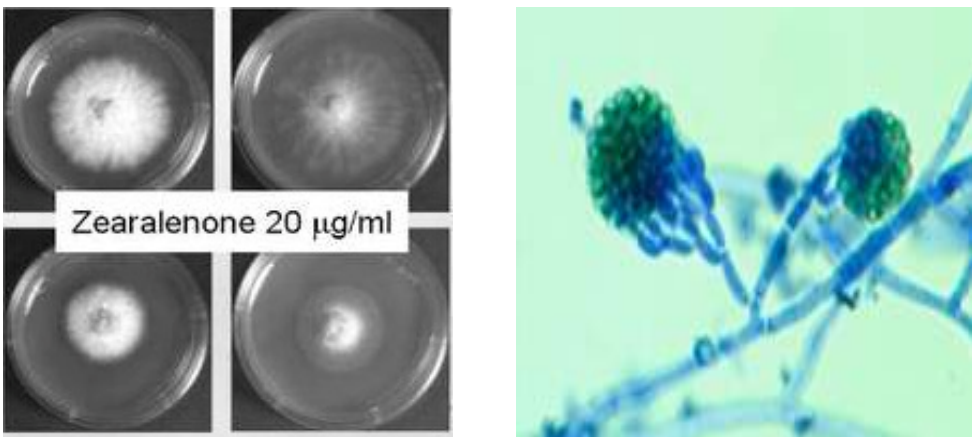
Cendawan antagonis yang sudah terkenal digunakan untuk agens pengendalian penyakit tular tanah adalah *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. (Behzad *et al.* 2008; Siameto *et al.* 2010). Kedua cendawan tersebut menghambat perkembangan penyakit tular tanah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* sp., hingga 90% (Goes *et al.* 2002; Lewis dan Papavizas 2007). Kombinasi kedua cendawan tersebut mampu menekan perkembangan penyakit tular tanah hingga 100% (Shoulkamy *et al.* 2005; Lewis dan Papavizas 2007).

Koloni cendawan *Trichoderma* sp. berwarna putih (Gambar 10b) kemudian berubah menjadi hijau, dengan perkembangan umur koloni berubah menjadi hijau gelap. Struktur konidiofor bercabang-cabang untuk mendukung konidia yang berbentuk pialid (Gambar 10a). *Trichodermin* dan *isoharziandion* adalah senyawa bioaktif *Trichoderma* sp. efektif mengendalikan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* sp. (Akmal 2002; Tarus *et al.* 2003; Warin *et al.* 2009; Shentu *et al.* 2014).

Koloni cendawan *Gliocladium* sp. berwarna hijau pucat, kemudian menjadi hijau gelap dengan struktur konidiofor seperti kipas (Gambar 11) seiring bertambahnya umur koloni. Cendawan antagonis *G. catenatum* mampu menekan perkembangan penyakit tular tanah hingga 99% (Mcquilken *et al.* 2001).



Gambar 10. Struktur miselium, konidiofor, konidia dan koloni *Trichoderma* sp.



Gambar 11. Koloni dan struktur konidiofor, serta konidia *Gliocladium* sp.

EKSPLORASI, ISOLASI, DAN PERBANYAKAN

Eksplorasi biopestisida dari mikroorganism

- a. Cendawan entomopatogen dapat diperoleh dengan isolasi dari serangga mati yang terinfeksi cendawan, dari tanah (Meyling dan Eilenberg 2006a; 2006b; 2006c), atau dari serangga umpan (*insect baiting*) (Klingen *et al.* 2002; Klingen dan Haukeland 2006).
- b. Cendawan antagonis dapat diperoleh dari lahan yang subur, lahan yang banyak mengandung humus, lahan yang mengandung serasah sisa tanaman, dan dari tanah di sekitar tanaman yang terinfeksi patogen tular tanah (Brunner *et al.* 2005; Siameto *et al.* 2010).
- c. Nematoda dan bakteri entomopatogen dapat diperoleh dari dalam tanah pada lapisan olah (Bruck 2004; delPino 2005; Valadas *et al.* 2013), dari sekitar pertanaman (Hazir *et al.* 2003).
- d. Virus entomopatogen diperoleh dari serangga mati yang terinfeksi virus. Serangga yang mati akibat terinfeksi virus yang dapat ditemukan pada permukaan daun, batang, atau organ lain pada tanaman. Ciri-cirinya adalah larva mati membusuk dan berwarna hitam.

Cendawan entomopatogen

Isolat cendawan entomopatogen dapat diperoleh melalui beberapa cara, yaitu:

- a. Serangga mati yang terinfeksi cendawan entomopatogen dipotong-potong ukuran 1 cm, rendam dalam larutan hipoklorit 0,25% selama 30 detik untuk membunuh mikroorganism kontaminan. Setelah itu rendam dalam air steril selama 60 detik, kemudian dikeringkan menggunakan kertas saring. Potongan serangga yang sudah disiapkan tersebut kemudian diinkubasi dalam cawan petri yang sudah diisi dengan media PDA (*potato dextrose agar*) atau media tumbuh selektif (Prayogo 2009).
- b. Pengumpulan serangga (Anderson *et al.* 2007), yaitu serangga hidup ditanam ke dalam tanah yang dimasukkan ke dalam cawan Petri.
- c. Dari tanah (Asensio *et al.* 2003), yaitu dengan cara mengambil tanah dari lapang. Timbang 1 g tanah, masukkan ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan air steril dan selanjutnya dikocok menggunakan alat pengocok (*shaker*) selama 30 detik. Ambil contoh dari campuran tersebut kemudian diencerkan 10x, 100x, dan 1000x. Masukkan contoh yang sudah diencerkan tersebut ke dalam cawan Petri yang sudah diisi media PDA, kemudian diinkubasi.
- d. Semua cendawan yang tumbuh (sekitar 3 hari setelah inkubasi), yang diperoleh dari contoh seperti diuraikan pada poin “a” sampai “c” di atas, diamati karakter dan morfologinya dan selanjutnya diidentifikasi menggunakan kunci determinasi.

- e. Isolat yang sudah dimurnikan selanjutnya diperbanyak menggunakan media beras atau jagung. Penyiapan media beras atau jagung sebagai berikut: beras atau jagung dicuci dengan air hingga bersih, selanjutnya dikukus menggunakan dandang hingga setengah matang, lalu masukkan ke dalam kantong plastik berukuran 250 g dan ikat untuk disterilisasi. Sterilisasi menggunakan *autoclave*. Jika tidak tersedia *autoclave*, dapat menggunakan dandang biasa dengan pemanasan minimal 2 kali. Ambil isolat cendawan dan diinokulasikan ke media yang sudah steril tersebut, selanjutnya simpan di dalam ruangan dan setelah 21 hari konidia yang terbentuk siap dipanen.

Virus entomopatogen

Isolat virus entomopatogen dapat diperoleh dan diperbanyak melalui beberapa cara, yaitu:

- a. Dari serangga yang mati (*cadaver*) akibat terinfeksi virus. Bangkai serangga ditetesi air aquades, kemudian dihaluskan menggunakan mortar. Oleskan suspensi partikel virus ke daun kedelai yang akan digunakan sebagai pakan serangga hidup. Setelah tiga hari biasanya serangga sudah mati dengan gejala yang sama seperti yang ditemukan dari lapangan.
- b. Dari serangga sakit pada tanaman. Ciri-ciri serangga sakit yaitu gerakannya lamban, berwarna kecoklatan. Ambil serangga tersebut dan pelihara di laboratorium hingga serangga mati. Langkah selanjutnya seperti diuraikan pada poin “a” di atas.
- c. Dari tanah dengan cara mengambil tanah kemudian dimasukkan ke dalam cawan Petri, masukkan serangga (umumnya dari ordo Lepidoptera) ke dalam tanah dalam cawan petri tersebut, dibiarkan hingga serangga mati. Langkah selanjutnya seperti diuraikan pada poin “a” di atas.

Nematoda entomopatogen (NEP)

NEP dapat diperoleh dan diperbanyak melalui beberapa cara, yaitu:

- a. Ambil tanah lembab 250-500 g dan masukkan ke dalam cawan Petri, masukkan 5-10 ekor larva ulat hongkong (pakan burung) ke dalam cawan kemudian cawan ditutup dan dibalik agar larva terbenam. Amati tiap tiga hari, jika ada larva yang mati maka pisahkan, cuci larva yang mati dengan air steril, letakkan ke dalam cawan Petri steril yang diberi alas kertas saring yang sudah disterilkan. Larva yang mati tersebut (dengan gejala mati terinfeksi nematoda) masukkan ke cawan lain dengan sistem desain perangkap *white*.
- b. Perangkap *white* (*White trap*) dirancang sebagai berikut; (a) taruh tutup cawan Petri ke dalam dasar cawan Petri lain yang lebih besar, (b) isi cawan Petri dengan air, (c) letakkan kertas saring di atas cawan kecil, kertas tersebut menjulur ke air, (d) letakkan bangkai serangga yang mati oleh nematoda di atas kertas saring, (e) satu-dua minggu, nematode yang ada di dalam tubuh

serangga akan bergerak menuju ke air, (f) pindahkan yang sudah berisi nematoda ke tempat (*Erlenmeyer*) lain, (g) isikan air baru untuk mengganti air yang sudah dipindahkan tadi.

- c. Pibiakan massal NEP secara *in vitro* dengan menumbuhkan nematoda ke dalam media yang mengandung unsur utama usus atau hati ayam, dapat juga menggunakan pakan hewan untuk anjing yang dijual di pasaran atau supermarket.

Cendawan antagonis

- a. Isolat cendawan antagonis *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. dapat ditumbuhkan pada media alami seperti dedak, beras, serbuk gergaji.
- b. Cara membuat media alami seperti cara membuat media untuk menumbuhkan cendawan entomopatogen yaitu dari masing-masing jenis media yang dibutuhkan dimasukkan ke dalam kantong plastik kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* atau dandang.
- c. Ambil inokulan cendawan antagonis yang sudah dimurnikan kemudian inokulasikan ke dalam media yang sudah disiapkan. Simpan di dalam ruangan kurang lebih 21 hari, selanjutnya konidia sudah dapat dipanen untuk diaplikasikan pada tanaman yang terinfeksi pathogen atau untuk perawatan benih/stek yang akan ditanam.

CARA APLIKASI BIOPESTISIDA DARI MIKROORGANISME

Cendawan entomopatogen

- a. Ambil biakan cendawan entomopatogen atau yang dalam bentuk formulasi. Formulasi cendawan 5 g dicampurkan ke dalam air 1 liter, kocok hingga homogen.
- b. Aplikasi cendawan entomopatogen yang berasal dari biakan murni adalah ambil 250 g untuk dicampur ke dalam air 5 liter kemudian diremas-remas hingga hancur. Jumlah biakan tersebut jika dicampur dengan air diperkirakan akan diperoleh kerapatan konidia 10^7 /ml air.
- c. Tambahkan bahan perekat atau perata jika yang diaplikasikan adalah cendawan *B. bassiana* karena bersifat hidrofobik, dosis perekat sebanyak 2 ml/l, kocok hingga homogen. Bahan perekat dapat menggunakan tween 80.
- d. Aplikasi dilakukan pada pagi hari atau sore hari setelah pukul 15.00 WIB untuk menghindari pengaruh negatif dari sinar ultra violet.
- e. Hindari aplikasi saat turun hujan agar suspensi konidia tidak hilang tercuci.
- f. Aplikasi harus mengenai serangga/hama sasaran agar efektif. Jika yang dikendalikan adalah hama pengisap/penggerek polong maka aplikasi harus menjangkau ke bagian-bagian batang atau sekitar polong kedelai. Aplikasi untuk hama daun sebaiknya difokuskan pada permukaan daun bagian atas

maupun bawah sehingga hama atau kelompok nimfa atau telur yang menempel di permukaan bawah daun dapat terkena suspensi konidia cendawan.

- g. Aplikasi sebaiknya diulangi lagi setelah 2-3 hari untuk menghindari terjadinya tumpang tindih stadia populasi hama di lapangan, artinya ditemukan berbagai jenis stadia hama sehingga dimungkinkan banyak serangga hama yang melakukan pergantian kulit (*moulting*). *Moulting* mengakibatkan suspensi konidia yang menempel pada kulit serangga ikut terlepas.

Cendawan antagonis

- a. Ambil formulasi/biakan cendawan antagonis yang sudah disiapkan, jika cendawan berasal dari biakan maka yang sudah berumur 21 hari setelah inokulasi, kemudian campur dengan benih/stek (*seed treatment*) yang akan ditanam sehingga formulasi/biakan cendawan yang sudah mengandung konidia tercampur dengan benih.
- b. Aplikasi lanjutan dapat disemprotkan pada pangkal batang jika masih ditemukan ada tanaman yang layu di lapangan.
- c. Aplikasi harus mengenai organ tanaman yang menunjukkan gejala penyakit.

Virus entomopatogen

- a. Ambil partikel virus yang sudah diperbanyak pada larva *S. litura* atau *H. armigera* yang sudah mati membusuk terinfeksi virus. Serangga mati dimasukkan ke dalam mortar kemudian tambahkan air dan langsung dihancurkan hingga halus.
- b. Encerkan partikel virus hingga memperoleh konsentrasi $1,5 \times 10^{11}$ PIB/ml (Bedjo 2005), atau tergantung stadia larva hama yang akan dikendalikan. Semakin muda stadia larva yang akan dikendalikan maka pengendalian yang dilakukan semakin efektif. Menurut Arifin (2012) bahwa konsentrasi S/NPV 5×10^3 PIB/ml sangat efektif membunuh larva *S. litura* instar II. PIB (*polyhedral inclusion bodies*).
- c. Aplikasi NPV harus mengenai organ tanaman (daun/polong) yang akan termakan oleh serangga hama.

Nematoda entomopatogen (NEP)

- a. Aplikasi NEP dapat dilakukan menggunakan metode umpan, yaitu meletakkan suspensi yang mengandung *juvenile infective* (JI) sebanyak 1,5 juta pada kertas tissue dan kayu randu (Sucipto 2008). Metode aplikasi ini sangat cocok untuk membunuh serangga yang sebagian hidupnya berada di dalam tanah, yaitu serangga yang pada stadia tertentu harus melangsungkan hidupnya membentuk kepompong. *S. litura* sebelum membentuk imago akan melangsungkan hidupnya dalam bentuk kepompong di dalam tanah.

- b. NEP dapat juga diaplikasikan dengan cara disemprotkan ke permukaan kelompok serangga (Sucipto 2008; Sila 2012). Hama kedelai *S. litura* (ulat grayat), *N. viridula*, dan *P. hybneri* pada stadia muda masih menggerombol di suatu tempat, dan saat itulah NEP sangat cocok diaplikasikan.
- c. Dianjurkan pada waktu aplikasi dalam kondisi kelembaban tinggi atau banyak air, karena kehidupan dan mobilitas nematoda sangat tergantung air.

KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN BIOPESTISIDA DARI MIKROORGANISME

Keunggulan

1. Mudah diperoleh di sekitar lingkungan kita karena populasinya melimpah (Meyling dan Eilenberg 2007).
2. Mudah dikembangbiakkan pada media alami dan buatan dengan harga yang relatif murah.
3. Aman terhadap lingkungan karena tidak mencemari sumber air, ternak maupun manusia.
4. Tidak menimbulkan resistensi terhadap hama sasaran.
5. Produk pertanian yang dihasilkan lebih sehat.
6. Dapat mempertahankan kelangsungan hidup beberapa jenis musuh alami.

Kelemahan

1. Daya kerja relatif lamban karena tidak langsung dapat membunuh serangga hama sasaran sehingga perlu waktu agak lama.
2. Tidak tahan terhadap sinar matahari (*ultra violet*).
3. Perlu aplikasi berulang kali, terutama untuk mengendalikan hama yang memiliki stadia tumpang tindih di lapangan (Hemiptera dan Homoptera) akibat pergantian kulit (*moulting*).
4. Efikasi kurang konsisten akibat sering ditumbuhkan berulang kali. Transfer sebanyak 10 kali harus dilakukan *passing culture* sehingga perlu direinfeksi ke serangga inang.

PENUTUP

1. Cendawan entomopatogen *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. lecanii*, *P. fumosoroseus*, dan *N. rileyi* efektif sebagai agens pengendalian hama utama kedelai.
2. Cendawan antagonis *Giocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. efektif sebagai agens pengendalian penyakit tular tanah (*R. solani*, *S. rolfsii*, *Fusarium* sp.).

3. Virus entomopatogen *S. litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) efektif sebagai agens pengendalian hama perusak daun dan polong.
4. Bakteri *Pseudomonas* sp. efektif sebagai agens pengendalian penyakit tular tanah.
5. Nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis* sp. efektif sebagai agens mengendalikan hama dari ordo Lepidoptera.
6. Keuntungan penggunaan biopestisida adalah: mudah diperoleh dari lingkungan, mudah dikembangkan atau diperbanyak pada media alami/buatan, tidak menimbulkan residu karena mudah terurai di alam sehingga aman terhadap lingkungan, tidak menimbulkan kekebalan pada hama sasaran, produk pertanian yang dihasilkan lebih sehat karena tidak meninggalkan residu/racun, dan lebih aman terhadap kelangsungan hidup musuh alami.
7. Kelemahan penggunaan biopestisida adalah daya kerja dalam membunuh serangga sasaran agak lamban sehingga membutuhkan waktu lebih lama, tidak tahan terhadap lingkungan khususnya sinar matahari (*ultra violet*), tidak tahan disimpan lama, kurang praktis karena perlu aplikasi berulang kali terutama jika hama sasaran sering berganti kulit (*moulting*), perlu pembiakan dalam jumlah banyak jika digunakan dalam skala luas, dan efektivitas sering tidak konsisten sehingga diperlukan infeksi ulang ke serangga inang (*passing culture*).

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, J. 2002. Fermentasi senyawa bioaktif dari jamur *Trichoderma konigii* untuk mendapatkan bahan baku fungisida alamiah baru. *J. Sains dan Tek. Farmasi* 7(1):7-12.
- Arifin, M. 2012. Bioinsektisida SINPV untuk mengendalikan ulat grayak mendukung swasembada kedelai. *Pengem. Inovasi Pert.* 5(1):19-31.
- Arutselvi, R., T. Balusarayanan, P. Ponnuragan, and A.A. Joel. 2012. Effect of various biopesticides and biocides on the leaf pest *Udaspes folus* of turmeric plants. *J. Biopest* 5(1):51-56.
- Asensio, L., T. Carbonell, J.A. Lopez-Jimenez, and L.V. Lopez-Llorca. 2003. Entomopathogenic fungi in soils from Alicante province. *Spanish J. Agric. Res.* 1(3):37-45.
- Bajwa, A.A., and A. Ahmad. 2012. Potential applications of neem based products as biopesticides. *The Health* 3(4):116-120.
- Bedjo. 2005. Pemanfaatan Biopestisida SINPV dan HaNPV untuk Pengendalian *Spodoptera litura* dan *Helicoverpa armigera* Pada Tanaman Kedelai. *J. Suara Perlantan* 1(3):1-6.
- Bedjo. 2011. Keefektifan beberapa isolat SINPV untuk pengendalian hama daun dan penggerek polong pada tanaman kedelai. *Pros. Sem. Nas., Balitkabi*.
- Bedjo. 2012a. Evaluasi beberapa isolat *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus (HaNPV) untuk pengendalian hama pemakan polong kacang hijau. *J. Suara Perlantan* 2(1):1-5.

- Bedjo. 2012b. Pemanfaatan biopestisida *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SNPV) dan *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus (HaNPV) untuk pengendalian *S. litura* dan *H. armigera* pada tanaman kedelai. *J. Suara Perlitan*. 2(1):7-12.
- Behzad, H., T. Mousa, R.M. Mohammad, and D. Mahdi. 2008. Biological potential of some Iranian *Trichoderma* isolates in the control of soilborne plant pathogenic fungi. *Afr. J. Biotechnol.* 7:967-972.
- Boemare, N. 2002. "Taxonomy and Systematics" in *Entomopathogenic Nematology*. Gaugler, R. (Ed) CABI, New York. pp. 35-56.
- Bruck, D.J. 2004. Natural occurrence of entomopathogens in Pacific Northwest nursery soil and their virulence to the black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). *Envir. Ent.* 33: 1335 –1343.
- Brunner, K., S. Zeclinger, R. Ciliento, S.L. Woo, M. Lorito, C.P. Kubicek, and R.L. Mach. 2005. Improvement of the fungal biocontrol agent *Trichoderma atroviride* to enhance bath antagonism and induction of plant systemic disease resistance. *Appl. Environ. Microbiol.* 71(7):3959-3965.
- Chandler, D., A.S. Balley, G.M. Tatchell, G. Davidson, J. Greaves, and W.P. Grant. 2011. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos. Trans. R Soc. Lond Biol. Sci.* 12(366):1987-1998.
- Chenarki-Leffer, A.M, D.R. Sosa-Gomez, and L.M. Almeida. 2007. Selection for entomopathogenic fungi and LD50 of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. For the Lesser Mealworm *Alphitobus diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Brazilian J. of Poultry Sci.* 9(3):187-191.
- del Pino, F.G. 2005. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes in Spain. MC-Meeting and Working Group 4th Meeting: Natural occurrence and evolution of entomopathogenic nematodes and Management Committee Meeting, Ceske Budejovice, The Czech Republic, 14 –17 January.
- Ehlers, R.U. 2001. Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protein. *Appl. Microbiol. And Biotechnol.* 56(5):623633.
- Goes, L.S., A.B.L. Costa, L.L.G. Freire, and N.T. Olivena. 2002. Randomly amplified polymorphic DNA of *Trichoderma* isolates and antagonism against *Rhizoctonia solani*. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 45:151-160.
- Hazir, S., N. Keskin, S.P. Stock, H. Kaya, and S. O'zcan. 2003. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. *Biodiv. and Conserv.* 12, 375– 386.
- Indrayani, I.G.A.A., T. Hadiastono, dan G. Mudjiono. 2003. Dosis Sublethal SNPV dan Pengaruhnya terhadap Transmisi Vertikal pada Larva *Spodoptera litura* F. *J. Pen. dan Pengemb. Tan. Industri* 9(2):55-62.
- Joseph, B., Sowmya, and S. Sujatha. 2012. Insight of botanical based biopesticides against economically. *Inter. J. of Pharmacy and Life Sci.* 3(11):2138-2148.
- Kalia, V., G. Sharma, D.I. Shapiro-Ilan, and S. Ganguly. 2014. Biocontrol potential of *Steinernema thermophilum* and its symbiont *Xenorhabdus indica* against Lepidopteran pests: Virulence to egg and larval stages. *J. Nematol.* 46(1):18-26.
- Klingen, I. and S. Haukeland. 2006. The soil as a reservoir for natural enemies of pest insects and mites with emphasis on fungi and nematodes. *In: Eilenberg J,*

- Hokkanen HMT. (Eds.), An Ecological and Societal Approach to Biological Control. Springer, Dordrecht, The Netherlands. pp.145–211.
- Klingen, I., J. Eilenberg, and R. Meadow. 2002. Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils. *Agr. Ecosyst. Environ.* 91, 191–198.
- Lewis, J.A. and G.C. Papavizas. 2007. Application of *Trichoderma* and *Gliocladium* in alginate pellets for control of control of *Rhizoctonia* damping off. *Plant Path.* 36(4):436-446.
- Mcquilken, M.P., J. Gemmell, and M.L. Lahdenpera. 2001. *Gliocladium catenulatum* as a potential biological control agent of damping-off in bedding plants. *J. of Phyt.* 149:171-178.
- Meyling, N.V. and J. Eilenberg. 2006a. Isolation and characterisation of *Beauveria bassiana* isolates from phylloplanes of hedgerow vegetation. *Mycol. Res.* 110:188–195.
- Meyling, N.V. and J. Eilenberg. 2006b. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. *Agr. Ecosyst. Environ.* 113:336–341.
- Meyling, N.V., J.K. Pell, and J. Eilenberg. 2006c. Dispersal of *Beauveria bassiana* by the activity of nettle insects. *J. Invertebr. Pathol.* 93:121–126.
- Meyling, N.V. and J. Eilenberg. 2007. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* agroecosystems: potential for conservation biological control. *Biol. Control* 43:145-155.
- Nugrohorini. 2010. Eksplorasi nematoda entomopatogen pada beberapa wilayah di Jawa Timur. *J. Pert. MAPETA XII (2):*72-144.
- Pereira, A., P. Casals, A.M. Salazar, and M. Gerding. 2011. Virulence and pre-lethal reproductive effects of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* on *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Chilean J. of Agric. Res.* 71(4):554-559.
- Prasad, A. and N. Yogita. 2011. Field compatibility of microbial pesticide *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus synthetic pesticide roket (cypermethrin + Profenofus) against tobacco caterpillar *Spodoptera litura*. *Research J. of Pharm. Biol. and Chem.* 2(4):767-776.
- Prayogo, Y. 2009. Kajian cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (Viegas) Zare and Gams untuk menekan perkembangan telur hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (F.) (Hemiptera: Alydidae). Disertasi, Dep. Proteksi Tan. Sekolah Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Putri, D.F., M. Martosudiro, A. Afandhi, dan Bedjo. 2015. Virulensi beberapa isolate *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (HaNPV) terhadap *H. armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *J. HPT* 3(2):60-68.
- Shairra, S.A. and G.M. Noah. 2014. Efficacy of entomopathogenic nematode and fungi as biological control agents against the cotton leaf worm *Spodoptera litoralis* (Bolsd.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian J. of Biol. Pest Control* 24(1):247-253.
- Shapiro, D.I. and R. Gaugler. 2002. Production technology for entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts. *J. of Industrial Microbiol. and Biotech.* 28:137-146.

- Shentu, X., X. Zhan, Z. Ma, X. Yu, and C. Zhang. 2014. Antifungal activity of metabolites of the endophytic fungus *Trichoderma brevicompactum* from garlic. *Braz J. Microbiol* 45(1):248-254.
- Shoukamy, M.A., G.M. Guebitz, M.H.A. El-Katany, and H.M.A. Abdelzاهر. 2006. Antagonism of *Trichoderma* or *Gliocladium* species on *Fusarium*. *J. of Natur Fibers* 3(2):1-17.
- Siameto, E.N., S. Okoth, N.O. Amugune, and N.C. Chege. 2010. Antagonism of *Trichoderma harzianum* isolates on soil borne plant pathogenic fungi from Embu District, Kenya. *J. of Yeast and Fungal Res.* 1(3):47-54.
- Sila, M.K.F. 2012. Efikasi nematoda *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera* spp. Skripsi. Fak. Pert., Jurusan Agrotek., Univ. Veteran Surabaya.
- Singh, H.B. 2013. *Trichoderma harzianum* elicite induced resistance in sunflower challenged by *Rhizoctonia solani*. *J. of Appl. Microbiol* 116:654-666.
- Stafford, K.C. and S.A. Allan. 2010. Field applications of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* F52 (Hypocreales: Clavicipitaceae) for the control of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 47(6):1107-1115.
- Sucipto. 2008. Nematoda entomopatogen Heterorhabditis isolat lokal Madura sebagai pengendalian hayati hama penting tanaman hortikultura yang ramah pada lingkungan. *Agrivigor* 2(1):47-53.
- Suganthy, M. and P. Sakthivel. 2013. Field evaluation of biopesticides against tobacco caterpillar *Spodoptera litura* Fab. infesting *Gloriosa superba* (Linn.). *J. Biopest* 6(2):90-95.
- Tarus, P.K., C.C. L. at-Thoruwa, A.W. Wanyonyi, and S.C. Chhabra. 2003. Bioactive metabolites from *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum*. *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 17(2):185-190.
- Tailliez, P., C. Laroui, N. Ginibre, A. Paule, S. Page, and N. Boemare. 2010. Phylogeny of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* based on universally conserved protein coding sequences and implications for the taxonomy of these two genera. *Syst. Evol. Microbiol.* 60:1921-1937.
- Uzlan, A.N., O.A. Gunyar, A. Yoltas, and N. Keskin. 2016. Isolation and identification of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* from Turkey. *J. of Entomol. Sci. Microbiol.* 25(12):5180-5185.
- Valadas, V., M. Laranjo, M. Mota, and S. Oliveira. 2013. A Survey of entomopathogenic nematode species in continental Portugal. *J. of Helminthology*:1-15.
- Wagiman, F.X., B. Triman, dan R.S. Astuti. 2003. Keefektivan *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera exigua*. *J. Perlantan. Ind.* 9:22-27.
- Warin, I., S. Chaipayat, C. Chiradej, I. Montree, Sorwaporn, and C. Kan. 2009. Bioactive compound of antifungal metabolite from *Trichoderma harzianum* mutant strain for the control antracnose of chili (*Capsicum anum* L.). *The Philipne Agric. Sci.* 92(4):329-397.
- Wilson, P.S., E.O. Keula, P.M. Ahvenniemi, M.J. Lehtonen, and J.P.T. Valkonen. 2008. Dynamics of soilborne *Rhizoctonia solani* in the presence of *Trichoderma*

harzianum effects on stem canker, black scurf and progeny tubers of potato. Plant Pathol. 57:152-161.

IDENTIFIKASI PENYAKIT UTAMA KEDELAI DAN CARA PENGENDALIANNYA

Alfi Inayati dan Eriyanto Yusnawan

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
E-mail: alfinayati2@gmail.com; yusnawan@yahoo.com

RINGKASAN

Penyakit pada tanaman kedelai menyerang sejak fase perkecambahan hingga panen. Penyebab penyakit tersebut dapat berasal dari kelompok jamur, bakteri, virus, maupun nematoda. Penyakit busuk akar dan busuk batang yang disebabkan oleh jamur tular tanah seperti *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, dan *Fusarium* sp. merupakan penyakit utama pada fase perkecambahan (<10 hari setelah tanam, hst). Pada fase vegetatif awal sampai generatif (11-50 hst), penyakit utama adalah penyakit-penyakit yang menyerang daun yang disebabkan oleh jamur, bakteri maupun virus. Penyakit utama yang disebabkan oleh jamur adalah karat (*Phakopsora pachyrhizi*) dan embun tepung (*Microsphaera diffusa*), sedangkan yang disebabkan oleh bakteri adalah hawar bakteri (*Pseudomonas syringae*) dan pustul (*Xanthomonas axonopodis*). Penyakit oleh virus yang ditularkan oleh serangga hama seperti *soybean mosaic virus* (SMV) yang ditularkan oleh aphid dan belang tersamar kacang tunggak (CMMV) yang ditularkan oleh kutu kebul menjadi sangat penting ketika terjadi ledakan populasi kedua hama tersebut. Beberapa penyakit juga terbawa sampai ke biji dan mempengaruhi mutu benih, yaitu bercak ungu (*Cercospora kikuchii*), SMV, dan bercak mata katak (*Cercospora sojina*). Penyakit utama oleh nematoda adalah nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.). Pengendalian penyakit dianjurkan mengikuti prinsip pengelolaan hama dan penyakit terpadu yang meliputi pencegahan atau preventif, melakukan pemantauan atau monitoring gejala penyakit, diagnosis penyakit yang tepat, dan penentuan tindakan pengendalian yang paling tepat.

Kata kunci: kedelai, pengendalian, penyakit

PENDAHULUAN

Penyakit pada tanaman kedelai dapat ditemukan sejak fase perkecambahan hingga panen. Identifikasi penyebab penyakit sangat penting dilakukan untuk menentukan tindakan pengendalian yang tepat.

Penyebab penyakit disebut patogen yang dapat berasal dari kelompok jamur, bakteri, virus, dan nematoda. Infeksi patogen menyebabkan kenampakan yang

menyimpang pada tanaman yang terinfeksi bila dibandingkan dengan tanaman normal, dan disebut sebagai gejala penyakit. Gejala penyakit dapat berupa bercak, belang, keriting, hawar, perubahan warna pada daun, layu, busuk pada akar, batang, biji, dan polong, pertumbuhan kerdil, polong tidak normal, biji belang, dan biji keriput.

Perkembangan patogen dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, dan pengelolaan tanaman yang tidak tepat, misalnya penanaman secara terus-menerus dan pemupukan yang sangat intensif. Pada kondisi lingkungan yang mendukung perkembangan patogen, maka tanaman akan terinfeksi patogen, dan bila tanaman rentan akan mengalami "sakit".

Pengendalian penyakit dianjurkan mengikuti prinsip pengelolaan hama dan penyakit terpadu yang meliputi kegiatan:

1. Pencegahan, yaitu mengupayakan patogen tidak terdapat pada benih yang akan ditanam, air irigasi, alat-alat yang digunakan, dan pada sisa-sisa per-tanaman maupun tanaman inang alternatif.
2. Monitoring, yaitu pemantauan secara berkala sejak fase perkecambahan, fase vegetatif hingga fase generatif dengan memperhatikan gejala penyakit yang timbul pada tanaman.
3. Diagnosis penyakit yang tepat, yaitu dengan memperhatikan gejala dan penyebab penyakit untuk menentukan tindakan pengendalian yang tepat, misalnya jenis fungisida yang akan digunakan.
4. Penentuan tindakan pengendalian yang paling tepat dengan mempertimbangkan aspek kehilangan hasil akibat penyakit dan biaya.

PENYAKIT UTAMA PADA TANAMAN KEDELAI

Penyakit yang menyerang kedelai cukup banyak, dan dapat menyerang pada setiap fase pertumbuhan tanaman (Tabel 1).

Penyakit Akibat Jamur

Busuk akar/busuk pangkal batang

Penyebab dan gejala penyakit. Busuk akar/busuk pangkal batang disebabkan oleh jamur *Sclerotium rolfsii*. Patogen ini dapat menginfeksi tanaman kedelai mulai kecambah hingga panen. Infeksi yang terjadi pada fase kecambah menyebabkan kecambah layu dan mati (Gambar 1). Infeksi pada tanaman dewasa gejala biasanya ditemukan pada pangkal batang berupa luka berwarna coklat hingga kehitaman dan dikoloni oleh miselium putih seperti kapas (Gambar 1).

Sklerotia (kumpulan dari miselium) merupakan struktur jamur untuk bertahan hidup, terbentuk pada infeksi yang berlangsung lama, berwarna coklat muda kemudian berubah menjadi coklat kehitaman. Sklerotia ini merupakan *propagul* (alat reproduksi) untuk menginfeksi tanaman inang berikutnya. *S. rolfsii* memiliki

lebih dari 500 inang sehingga siklus hidup inokulum sulit diputus (Ferreira dan Boley 2006).

Tabel 1. Penyakit penting pada tanaman kedelai di Indonesia, saat terjadinya serangan, dan tingkat bahayanya.

Patogen	Nama penyakit	Umur tanaman (hari)				
		<10	11–30	31–50	51–70	>70
Jamur	Busuk akar/busuk pangkal batang (<i>Sclerotium rolfsii</i>)	+++	+++	+++	++	
	Busuk akar dan hawar jaring (<i>Rhizoctonia solani</i>)	+++	+++	+++	++	
	Hawar semai Fusarium (<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>glycine</i>)	+++	++	++	+	
	Karat (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	+	++	+++	+++	+
	Embun tepung/Powdery mildew (<i>Microsphaera diffusa</i>)		+	++	++	
	Embun palsu/downy mildew (<i>Peronospora manshurica</i>)		+	++	++	
	Bercak daun mata katak/Frog eye leaf spot (<i>Cercospora sojina</i>)		+	++	++	
	Bercak target (<i>Corynespora cassiicola</i>)		+	++	++	
	Antraknosa (<i>Colletotrichum dematium</i>)	+	++	++	++	
	Bercak biji ungu (<i>Cercospora kikuchii</i> Mats.)		++	++	++	
Bakteri	Bakteri hawar (<i>Pseudomonas syringae</i>)	+	++	++	+	
	Bakteri pustul (<i>Xanthomonas campestris</i>)	+	++	++	+	
Virus	Virus mosaik kedelai (SMV)	+++	+++	+++	++	+
	Virus belang tersamar (CMMV)	+++	+++	+++	++	+
	Virus katai kedelai (SDV)	+++	+++	+++	++	+
	Virus kerdil kedelai (SSV)	+++	+++	+++	++	+
Nematoda	Puru akar (<i>Meloidogyne</i> spp.)	+	+++	+++	+++	+

Keterangan: “+”, “++”, “+++” berturut-turut peluang infeksi dan tingkat kerusakan rendah, sedang, dan tinggi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Infeksi *Sclerotium rolfsii* pada fase kecambah (a), koloni *S. rolfsii* pada batang (b), infeksi *S. rolfsii* pada batang, polong, dan daun (c).

Perkembangan penyakit. Kelembaban tinggi dan suhu yang hangat (10-40 °C), terutama terjadi pada musim panas, sangat sesuai bagi perkembangan patogen. Dalam kondisi yang sangat lembab, jamur dapat menginfeksi daun, tangkai, dan polong (Semangun 1991). Jamur dapat tumbuh pada pH 3-7, tetapi optimum pH 3-5. Perkembangan miselium berlangsung cepat pada kondisi tanpa cahaya.

Pengendalian:

- Kultur teknis dengan pengolahan tanah yang baik, perbaikan aerasi, dan pengaturan jarak tanam (Semangun 1991).
- Pergiliran tanaman dengan kelompok tanaman bukan inang, misalnya dari kelompok rumput-rumputan (Zeidan *et al.* 1986).
- Solarisasi, yaitu dengan mengusahakan agar lingkungan tanaman terpapar sinar matahari yang cukup.
- Pemulsaan tanah dengan plastik *polyethylen* untuk meningkatkan suhu tanah sehingga mematikan miselium dan sklerotia.
- Eradikasi, yaitu membersihkan dan memusnahkan tanaman inang dan gulma yang terinfeksi patogen.
- Aplikasi jamur antagonis menggunakan jamur dari genus *Trichoderma* dan *Bacillus subtilis*.

Busuk akar (hawar jaring *rhizoctonia*)

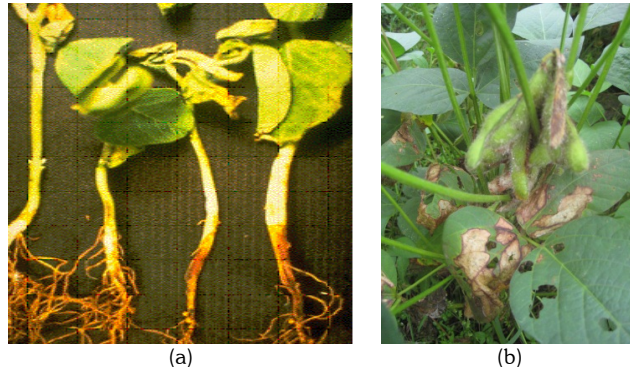
Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit busuk akar (hawar) disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*. Jamur dapat menginfeksi kecambah pada bagian yang berada di bawah permukaan tanah dan menyebabkan kecambah mati. Gejala pada kecambah berupa bercak coklat hingga kemerahan pada pangkal batang dan akar (Gambar 2). Jamur juga menginfeksi tanaman dewasa pada bagian akar, daun, batang, dan polong. Patogen berkembang hingga menyebabkan batang keriput sehingga tanaman mati. Pada tanaman dewasa, cuaca sangat lembab mengakibatkan jamur membentuk benang-benang seperti sarang laba-laba sehingga terbentuk ikatan antar daun (*web blight*).

Perkembangan penyakit. Perkembangan patogen umumnya terjadi pada tanah yang hangat, dan tanah pasir yang lembab. Suhu optimum bagi perkembangan patogen adalah 28-32 °C. Pada suhu tersebut, penyakit lebih cepat berkembang. Infeksi patogen dan tingkat keparahan penyakit meningkat pada tanah yang lembab dan kaya nitrogen (N). Patogen dapat bertahan hidup pada bahan organik dengan cara membentuk sklerotia.

Pengendalian:

- Kultur teknis dengan membuat guludan dan mengatur drainase.
- Menghindari penanaman kedelai saat curah hujan tinggi.
- Rotasi dengan tanaman bukan inang.
- Mengurangi sumber inokulum di dalam tanah dengan menjaga kebersihan lahan.

- Pengendalian kimiawi dengan perlakuan benih menggunakan fungisida berbahan aktif karboksin, triadimefon, dan iprodion.
- Pengendalian kimia di lapang menggunakan fungisida berbahan aktif kloranil, kloroneb, mankozeb, thiram, dan kaptan.
- Pengendalian hayati menggunakan jamur antagonis dari genus *Trichoderma* dan *Gliocladium* spp. (Benhamou dan Chet 1993).



Gambar 2. Infeksi *Rizhoctonia solani* pada kecambah (sumber: ipm.illinois. edu) (a), infeksi *R. solani* menyebabkan gejala hawar pada daun (b).

Hawar semai fusarium

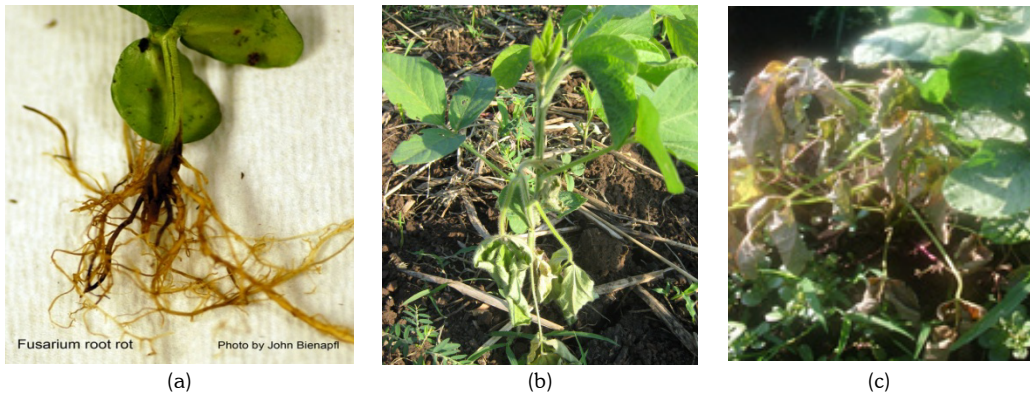
Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit ini disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *glycine*. Serangan penyakit pada fase perkecambahan menyebabkan kecambah rebah dan bahkan mati. Serangan pada tanaman dewasa menyebabkan tanaman layu, busuk akar samping, tudung akar, dan pangkal batang tanaman (Gambar 3). Penularan penyakit dapat melalui air, alat pertanian, dan tanah. Patogen dapat bertahan hidup meskipun tidak ada tanaman dengan membentuk klamidospora (struktur tahan) dan miselium di dalam tanah. Jamur menghasilkan mikrokonidia, makrokonidia, dan klamidospora.

Perkembangan penyakit. Tanah yang jenuh air, suhu lingkungan 27-31 °C, kandungan bahan organik dan nitrogen yang tinggi sangat sesuai bagi perkembangan jamur. Umumnya penyakit ini muncul bersama-sama dengan penyakit lain, seperti busuk akar *Rhizoctonia* dan nematoda *cist* kedelai.

Pengendalian:

- Kultur teknis dengan cara memperbaiki drainase dan aerasi tanah.
- Menghindari penanaman kedelai saat curah hujan tinggi.
- Solarisasi, yaitu dengan mengusahakan agar lingkungan tanaman terpapar sinar matahari yang cukup.
- Penggunaan mulsa plastik untuk meningkatkan suhu tanah.
- Perlakuan benih menggunakan fungisida berbahan aktif thiram (3 g/kg biji) atau dengan karbendazim (2 g/kg benih).

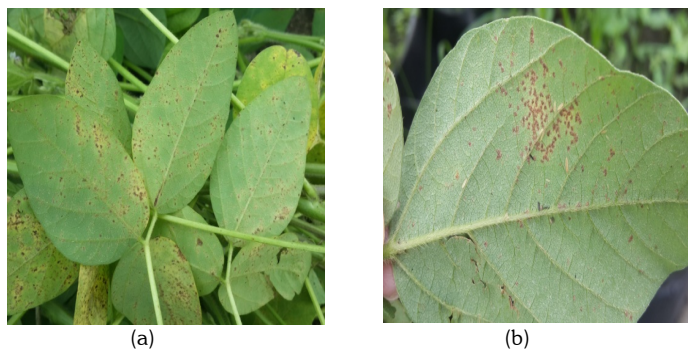
- Pengendalian hayati menggunakan jamur antagonis dari genus *Trichoderma* dan *Gliocladium* spp.
- Aplikasi fungisida kimia berbahan aktif etridiazol dan thiofanat.



Gambar 3. Infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp. *glycine* pada fase kecambah (a) (sumber: extension.umn.edu), infeksi *F.oxysporum* f.sp. *glycine* pada tanaman dewasa menimbulkan gejala layu (b).

Penyakit karat

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit disebabkan oleh jamur *Phakopsora pachyrhizi*. Patogen menginfeksi daun kedelai terutama pada musim kemarau mulai tanaman berumur 14-21 hari hingga menjelang panen. Gejala serangan pada daun berupa bercak kecil berwarna coklat kemerahan mirip karat yang berisi kumpulan uredia (Gambar 4). Bercak mulai terlihat pada daun bagian bawah. Penyakit berkembang cepat pada saat tanaman mulai berbunga. Serangan yang parah menyebabkan daun gugur, dan biji mengalami pemasakan lebih awal.



Gambar 4. Gejala penyakit karat pada daun (a), pustul karat pada permukaan bawah daun (b).

Perkembangan penyakit. Serangan penyakit bermula dari bawah, kemudian berkembang ke daun atas dengan bantuan percikan air atau terbawa angin. Kelembaban udara yang sangat tinggi (>90%) selama lebih dari 12 jam, dan suhu malam hari 20-25 °C sangat sesuai bagi perkembangan penyakit.

Tanaman inang selain kedelai antara lain adalah kacang gude, koro pedang, orok-orok (*Crotalaria*), koro, buncis, kacang panjang, dan tanaman kacang-kacangan lainnya.

Pengendalian:

- Menanam varietas toleran, seperti Wilis, Dena 1.
- Tanam serempak.
- Rotasi tanaman dengan tanaman bukan inang.
- Aplikasi fungisida berbahan aktif triadimefon dan mankozeb.

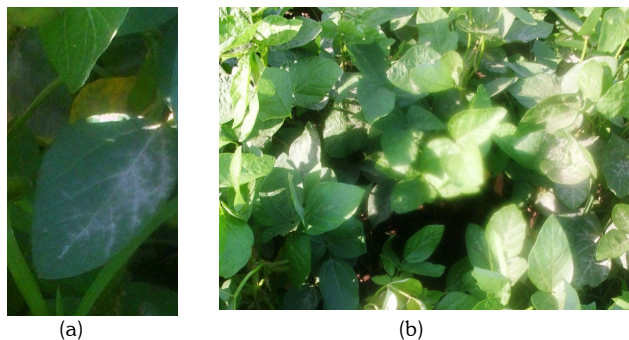
Embun tepung (*Powdery mildew*)

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit embun tepung disebabkan oleh jamur *Microsphaera diffusa*. Gejala khas terlihat pada permukaan daun, yaitu adanya tepung putih yang menyebar merata. Warna putih pada permukaan daun bagian atas maupun bawah merupakan kumpulan miselium dan spora jamur (Gambar 5). Serangan yang parah menyebabkan seluruh permukaan daun tertutup oleh tepung putih kemudian menjalar ke batang, tangkai daun, polong, daun berwarna kuning dan kemudian gugur.

Perkembangan penyakit. Patogen berkembang pada musim kemarau pada suhu yang lebih dingin (18,3-23,8 °C) dari kondisi normal. Patogen menyebar dengan bantuan angin. Spora dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman dan gulma di sekitar pertanaman.

Pengendalian:

- Menjaga kebersihan lahan.
- Rotasi tanaman dengan tanaman yang bukan inang.
- Aplikasi fungisida kimia berbahan aktif benomil.
- Aplikasi cendawan mikoparasit *Lecanicillium lecanii* (Verhaar *et al.* 1996; Prayogo *et al.* 2009).



Gambar 5. Gejala penyakit embun tepung pada daun kedelai (a), infeksi jamur *Microsphaera diffusa* pada tanaman kedelai (b).

Embun palsu (*Downy mildew*)

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit embun palsu disebabkan oleh jamur *Peronospora manshurica*. Gejala awal ditandai munculnya bintik kuning kehijauan pada permukaan daun bagian atas, kemudian menjadi abu-abu hingga coklat gelap dengan lingkaran berwarna kuning hijau (Gambar 6).



Gambar 6. Gejala penyakit embun palsu pada permukaan daun (a), infeksi patogen *Peronospora manshurica* pada biji (b). (sumber: extension.argon.iastate.edu).

Perkembangan penyakit. Kemunculan penyakit ini sulit diprediksi karena perkembangan patogen membutuhkan suhu dingin dan kelembaban rendah. Pada akhir musim hujan cendawan dalam bentuk *oospora* menginfeksi daun maupun biji. *Oospora* yang menginfeksi biji merupakan sumber inokulum yang potensial bagi perkembangan patogen di lapangan. Patogen ini mempunyai inang terutama dari genus *Glycine* seperti *G. hispida*, *G. Soja*.

Pengendalian:

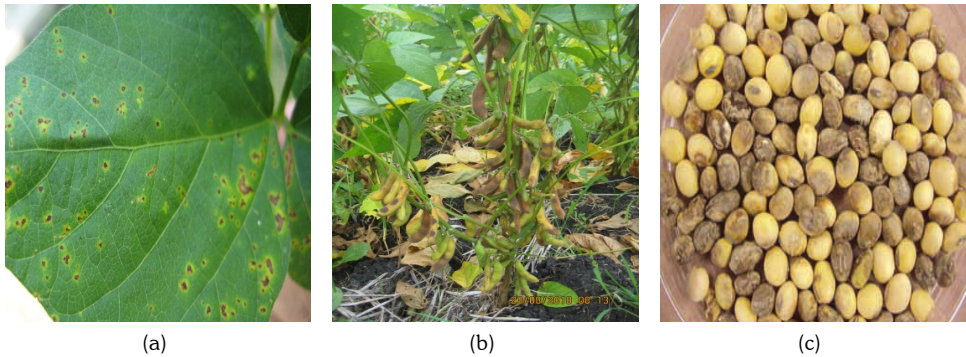
- Membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman sebelumnya.
- Pengaturan waktu tanam. Kedelai yang ditanam pada akhir musim tanam lebih rentan terhadap infeksi patogen.
- Perlakuan benih menggunakan fungisida berbahan aktif thiram atau kaptan.
- Aplikasi fungisida yang mengandung bahan aktif metalaksil.

Bercak daun mata katak (*Frogeye leaf spot*)

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit bercak daun mata katak disebabkan oleh jamur *Cercospora sojina* (Hara). Jamur ini menginfeksi pada semua stadia umur tanaman, tetapi sangat membahayakan jika terjadi pada waktu pembungaan (Westphal *et al.* 2009). Patogen terutama menyerang daun muda. Gejala awal pada daun berupa bercak kecil menyerupai mata katak berwarna kuning. Pusat bercak berkembang menjadi berwarna coklat terang dan kemudian berubah warna menjadi abu-abu terang. Serangan yang parah menyebabkan daun berlubang atau sobek dan gugur sebelum waktunya (Gambar 7). Patogen juga dapat

menginfeksi batang, polong, dan biji, dengan gejala awal berupa noda berwarna gelap dan tampak kebasahan. Infeksi pada batang muda mengakibatkan batang berwarna coklat kemerahan dengan tepi sempit berwarna gelap. Biji yang terinfeksi dicirikan oleh noda berwarna abu-abu terang hingga gelap pada kulit biji.

Perkembangan penyakit. Suhu yang hangat (20-30 °C) dan kelembaban tinggi (90-100%) sangat sesuai bagi jamur menghasilkan spora dan proses infeksi patogen. Spora tersebut akan menyebar dengan bantuan percikan air hujan, dan angin. Jamur dapat bertahan hidup pada sisa tanaman dan benih yang terinfeksi. Tanaman inang adalah koro bengkok dan kedelai



Gambar 7. Daun kedelai bergejala bercak mata katak (a), gejala kedelai pada polong (b), infeksi *C. sojina* sampai ke biji kedelai (c) (sumber: soybeanresearchinfo.com).

Pengendalian:

- Membersihkan lahan dari sisa tanaman.
- Menanam varietas kedelai berumur genjah.
- Rotasi tanaman dengan jagung selama dua tahun atau tanaman lain yang bukan inang.
- Menggunakan benih sehat/bebas patogen.
- Perlakuan benih dengan fungisida berbahan aktif mankozeb.

Bercak target (*Target spot*)

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit bercak target disebabkan oleh *Corynespora cassiicola*. Jamur ini menginfeksi tanaman muda hingga pengisian polong. Gejala serangan khas, yaitu bercak melingkar dengan garis pusat lingkaran (konsentris) yang jelas. Kumpulan bercak yang menyatu menyebabkan daun mengalami nekrotik (mengerip) dalam waktu yang sangat cepat kemudian robek (Gambar 8). Infeksi *C. cassiicola* dengan kategori berat mengakibatkan daun tanaman kedelai menguning dan rontok.

Perkembangan penyakit. Patogen berkembang baik pada kelembaban udara 80% atau lebih, dan suhu tanah 15-18 °C. Patogen dapat bertahan pada sisa tanaman kedelai yang terinfeksi, pada biji, dan mampu bertahan hidup dalam tanah selama lebih dari 2 tahun.

Pengendalian:

- Menanam benih yang sehat, tidak terinfeksi penyakit.
- Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan inang, seperti jagung dan sorgum
- Membersihkan lahan dari sisa tanaman yang terinfeksi.
- Aplikasi fungisida yang berbahan aktif mankozeb, klorotalonil, dan azoxystrobin.



Gambar 8. Gejala bercak target pada daun kedelai.
(sumber: dirceugassen.com)

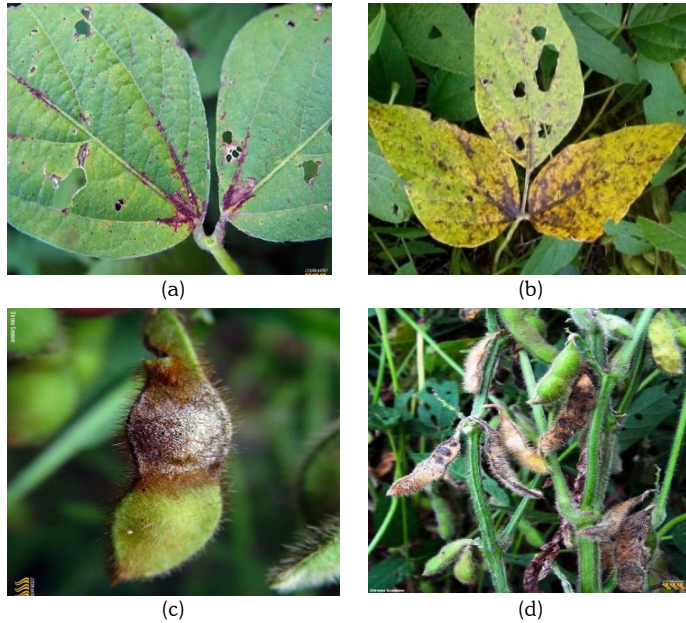
Antraknosa

Penyebab dan gejala penyakit. Penyebab penyakit adalah *Colletotrichum dematium* var. *truncatum*. Patogen menginfeksi daun, tangkai daun, batang, dan polong (Gambar 9). Infeksi pada biji menyebabkan kotiledon terlihat cekung, bercak coklat tua dan berkembang ke batang tanaman. Gejala pada batang, polong, dan tangkai kedelai berupa bercak tak beraturan. Jaringan tanaman yang terinfeksi tertutup oleh badan buah (*acervuli*) yang berduri kecil (*setae*), berwarna hitam. Infeksi pada fase pembentukan hingga pemasakan polong menyebabkan biji mengkerut dan berwarna coklat gelap.

Perkembangan penyakit. Cuaca hangat dan lembab dengan suhu 26-32 °C sangat sesuai bagi perkembangan penyakit. Daun yang selalu basah karena embun atau air hujan mendukung perkecambahan spora. Jamur dapat bertahan hidup lebih dari tiga bulan pada batang tanaman di lapang. Patogen mempunyai tanaman inang sangat banyak, antara lain kacang gude, kacang tanah, putri malu, dan terong.

Pengendalian:

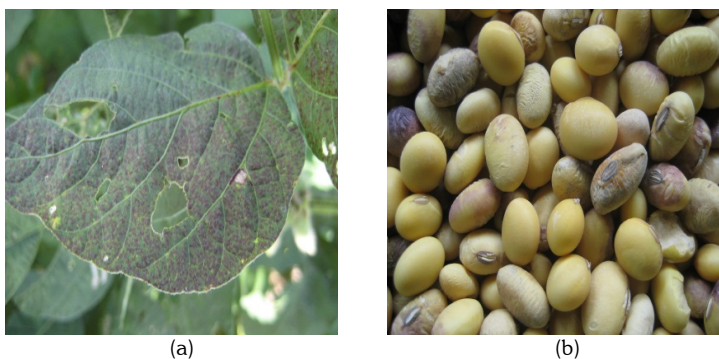
- Mengusahakan tanaman tumbuh sehat agar terhindar dari infeksi, karena penyakit antraknosa umumnya merupakan penyakit sekunder.
- Menjaga kebersihan lahan.
- Perlakuan benih dengan fungisida berbahan aktif benomil.



Gambar 9. Gejala penyakit antraknosa pada daun (a), gejala lanjut antraknosa pada daun (b), infeksi patogen *Colletotrichum dematium* var. *truncatum* pada polong (c dan d) (<http://www.agrolink.com.br>).

Bercak biji ungu

Gejala dan penyebab penyakit. Penyakit biji ungu disebabkan oleh jamur *Cercospora kikuchii*. Penyakit ini juga dikenal sebagai hawar ungu, noda ungu, bercak ungu, atau noda lavender (Soesanto 2015). Gejala khas terlihat pada biji, yaitu terdapat noda warna merah muda hingga ungu (Gambar 10). Infeksi yang parah menyebabkan hampir keseluruhan permukaan biji berwarna ungu. Daya kecambah biji yang terinfeksi menurun. Biji terinfeksi merupakan inokulum potensial. Di lapangan, jamur dapat menginfeksi daun, batang, dan polong.



Gambar 10. Gejala penyakit bercak ungu pada daun (a), infeksi jamur *Cercospora kikuchii* pada biji kedelai (b).

Perkembangan penyakit. Kelembaban udara tinggi dan suhu 22,7-26,7 °C sangat sesuai bagi perkembangan patogen. Infeksi awal sering bersifat laten (tidak menampakkan gejala). Patogen yang menginfeksi polong dan mampu berkembang akan melakukan penetrasi ke selaput biji. Tanaman inang dari patogen ini antara lain kacang panjang, kacang kratok (*Phaseolus lunatus*) dan kedelai.

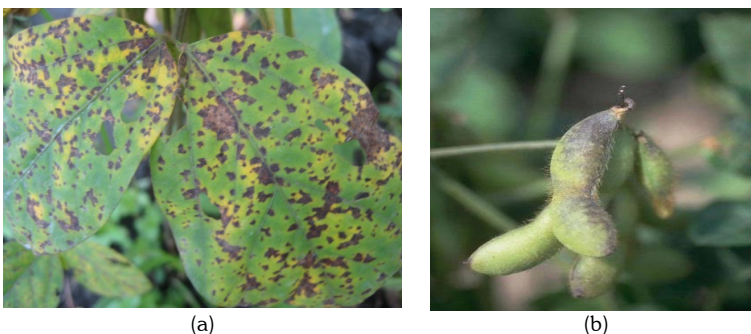
Pengendalian:

- Rotasi tanaman dengan tanaman bukan inang.
- Pembenaan sisa tanaman.
- Menjaga kebersihan lahan.
- Perlakuan benih dengan fungisida berbahan aktif kaptan.
- Aplikasi fungisida berbahan aktif mankozeb.

Penyakit Akibat Bakteri

Hawar Bakteri (*Bacterial Blight*)

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit hawar bakteri disebabkan oleh *Pseudomonas syringae*. Tanaman yang terinfeksi pada awal tanam/fase perkecambahan hingga berpolong dicirikan dengan noda cokelat di bagian tepi (Gambar 11). Pada tanaman dewasa gejala pada daun berupa bercak bersudut, dimulai dari bintik kuning dan menjadi coklat. Perubahan warna menjadi coklat tua hingga kehitaman dan mengering terjadi pada pusat noda. Bercak dikelilingi lingkaran hijau kekuningan di sekitar tepi jaringan yang terlihat kebasahan. Bercak yang menyatu menjadi nekrotik (mengering) dan mengakibatkan bagian tengah bercak sobek dan daun berlubang. Daun muda pada umumnya lebih rentan terhadap infeksi hawar bakteri. Infeksi pada polong berupa bercak kecil, kebasahan, kemudian bercak menyatu sehingga menjadi besar. Infeksi lanjut menyebabkan bercak menyelubungi seluruh permukaan polong, dan kulit polong menjadi coklat gelap atau hitam. Biji terinfeksi menjadi berkerut dan berubah warna.



Gambar 11. Gejala penyakit hawar bakteri pada daun kedelai (a), infeksi bakteri *Pseudomonas syringae* pada polong (b) (sumber: wiki.bugwood.org).

Perkembangan penyakit. Cuaca dingin dan basah (suhu 21,1-26,7°C) sesuai bagi perkembangan penyakit hawar bakteri (Soesanto 2015). Pada dataran tinggi,

kedelai lebih rentan terhadap infeksi patogen ini. Belum ditemukan tanaman inang lain selain kedelai, sehingga bakteri hanya bertahan di dalam biji dan sisa-sisa tanaman sakit. Patogen mampu hidup secara epifit pada permukaan daun dan pucuk. Pada kondisi yang mendukung, bakteri masuk ke dalam daun melalui stomata dan hidatoda. Bakteri berkembang biak di dalam ruang antar sel dan mengeluarkan racun yang dapat menghambat sintesis klorofil. Koloni bakteri yang membentuk lendir mengisi ruang tersebut sehingga bercak terlihat kebasahan 5-7 hari setelah infeksi. Hujan dan angin akan memperparah kejadian penyakit.

Pengendalian:

- Rotasi tanaman
- Menanam benih bebas patogen.
- Eradikasi (memusnahkan) tanaman sakit dengan cara membakar atau menimbun sisa tanaman terinfeksi.
- Perlakuan benih dengan bakterisida (*streptomisin*).

Bakteri Pustul

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis*. Gejala terlihat pada permukaan atas dan bawah daun, ditandai dengan bercak kecil berwarna hijau pucat, pada bagian tengah membentuk bisul berwarna coklat (Gambar 12). Bercak tidak beraturan berukuran kecil hingga besar. Kumpulan bercak yang menjadi satu menyebabkan daun nekrotik (mengering) dan mudah robek terutama pada saat tertiuip angin. Infeksi berat menyebabkan daun gugur.



Gambar 12. Gejala penyakit pustul bakteri pada permukaan daun.

Perkembangan penyakit. Cuaca hangat dengan suhu 26,7-33,3 °C, dan hujan mendukung perkembangan penyakit. Tanaman inang selain kedelai antara lain kacang kratok (*Phaseolus lunatus*), kacang buncis (*P. vulgaris*), dan kacang tunggak (*Vigna unguiculata*). Patogen bertahan hidup pada sisa-sisa tanaman sakit. Penyebaran patogen terutama melalui angin dan tetesan air. Patogen menginfeksi tanaman melalui lubang alami (stomata, hidatoda) dan luka.

Pengendalian:

- Membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman sakit.
- Menanam benih yang sehat.

Penyakit Akibat Virus

Mosaik kedelai (*Soybean mosaic virus*)

Penyebab dan gejala penyakit. Penyakit disebabkan oleh partikel virus SMV. Gejala yang muncul tergantung pada strain virus, varietas kedelai, umur tanaman, dan lingkungan tumbuh. Ciri khas infeksi SMV berupa daun agak kaku, tulang daun berwarna hijau tua dan kekuningan di sekitar tulang daun, kerdil, daun keriting, dan daun melengkung ke bawah (malformasi) (Gambar 13). Beberapa strain SMV mengakibatkan gejala nekrosis pada daun. Pada beberapa varietas kedelai, infeksi SMV menyebabkan gejala belang coklat pada kulit biji. Tanaman inang bagi SMV tidak banyak. SMV menginfeksi tanaman dari famili Leguminosae, Schropulariaceae, Passifloraceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, dan Fabaceae.

Penularan virus. Sumber SMV dapat berasal dari biji terinfeksi (*seed borne*). Penularan ke tanaman sehat melalui perantara vektor virus yang berupa serangga dari kelompok aphid secara non persisten (virus bertahan hidup di dalam tubuh serangga hanya dalam waktu singkat dan segera ditularkan ke tanaman lain setelah vektor mengisap cairan tanaman). Vektor SMV antara lain *Aphis cracivora*, *A. fabae*, *A. glycine*, *A. gossypii*, *A. nasturtii*, dan *A. nerii*.

Pengendalian:

- Menanam benih kedelai bebas virus.
- Menghindari menanam kedelai di daerah endemik vektor SMV.
- Memusnahkan tanaman terinfeksi dengan cara mencabut dan membakar.
- Aplikasi insektisida berbahan aktif imidakloprid untuk mengendalikan vektor.



Gambar 13. Gejala SMV pada daun (a), gejala SMV pada biji kedelai (b) (sumber: ssnavi.public.iastate.edu).

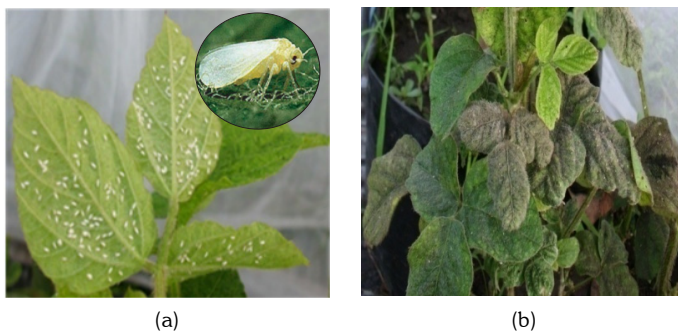
Belang samar kacang tunggak (*Cowpea mild mottle virus*)

Gejala penyakit: Infeksi virus CMMV menghasilkan gejala yang bervariasi tergantung strain virus dan varietas kedelai. Gejala umum pada daun yaitu belang, mosaik, dan belang samar (*mild mottle*), daun mengecil, permukaan daun tidak rata, keriting dengan gambaran mosaik (Gambar 14).

Penularan virus: Virus CMMV disebarkan oleh hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Virus ini juga dapat bertahan pada tanaman inang selain kedelai, seperti kacang tanah, buncis, terong, kacang tunggak, dan tomat. Kutu kebul mempunyai tanaman inang lebih dari 500 spesies sehingga keberadaan tanaman inang selain kedelai perlu diperhatikan.

Pengendalian:

- Tidak menanam kedelai yang rentan, seperti varietas Anjasmoro pada daerah endemik kutu kebul.
- Memusnahkan atau membakar gulma inang.
- Aplikasi insektisida berbahan aktif imidacloprid untuk mengendalikan serangga vektor.



Gambar 14. Kutu kebul (*Bemisia tabaci*) sebagai vektor virus CMMV (a), gejala CMMV pada daun kedelai (b).

Katai kedelai (*Soybean dwarf virus*)

Gejala penyakit: Daun berubah warna menjadi mosaik dan berkeriput, helai daun mengecil, menggulung, menguning dan agak kaku. Pertumbuhan tanaman terhambat, kerdil (*dwarf*) dengan ruas batang memendek (Gambar 15). Bentuk polong yang terinfeksi virus katai tidak normal, pendek, dan agak melengkung.

Penularan virus: Virus katai disebarkan oleh serangga dari kelompok aphid, seperti *A. crassivora*, *A. glycines*, dan *M. Persicae*. Virus dapat bertahan pada tanaman inang selain kedelai, misalnya semanggi (*Trifolium pratense*)

Pengendalian:

- Menanam benih kedelai bebas virus.
- Sanitasi yaitu memusnahkan atau membakar gulma inang.
- Menghindari menanam kedelai di daerah endemik vektor SDV.
- Perlakuan benih dengan insektisida berbahan aktif tiametoxam.

- Aplikasi insektisida berbahan aktif imidacloprid untuk mengendalikan serangga vektor.
- Aplikasi cendawan hiperparasit *L. lecanii* dan *P. fumosoroseus* untuk membunuh serangga vektor dan telur aphid (Chun dan Mingguang 2004).



Gambar 15. Aphid sebagai serangga vektor penular SDV (a), gejala penyakit virus katai kedelai pada daun (b). (sumber: ag.ndsu.edu)

Kerdil kedelai (*Soybean stunt virus*)

Gejala penyakit. Gejala penyakit mirip Katai Kedelai (SDV); yaitu tanaman kerdil, daun mengecil, dan mosaik pada daun. Tanaman yang terinfeksi menghasilkan polong dengan biji yang kecil disertai belang.

Penularan virus. Virus kerdil disebarkan oleh serangga dari kelompok aphid, seperti *A. crassivora*, *A. glycines*, *Aulacarthum solani*, dan *M. persicae*. Virus juga ditularkan melalui biji yang terinfeksi.

Pengendalian:

- Menanam benih kedelai bebas virus.
- Menghindari menanam kedelai di daerah endemik vektor.
- Perlakuan benih dengan insektisida berbahan aktif teametoxam.
- Aplikasi insektisida berbahan aktif imidacloprid untuk mengendalikan serangga vektor.

Penyakit Akibat Nematoda

Puru akar

Penyebab dan gejala penyakit. Nematoda penyebab puru akar kedelai di Indonesia ada tiga spesies, yaitu *M. incognita*, *M. javanica*, dan *M. arenaria*. Tanaman yang terinfeksi nematoda dicirikan oleh daun menguning (Gambar 16), nekrotik, tanaman layu, dan tampak kerdil. Gejala yang paling khas adalah pada akar terdapat puru (*gall*) dengan berbagai bentuk dan ukuran.

Pengendalian:

- Rotasi tanaman dengan tanaman bukan inang.
- Fumigasi tanah.

- Aplikasi fungisida berbahan aktif karbofuran.
- Aplikasi pestisida nabati menggunakan mimba (*Azadirachta indica*) dan aplikasi cendawan entomopatogen *L. lecanii* untuk membunuh juvenil nematoda maupun telurnya.



Gambar 16. Tanaman kedelai terinfeksi nematoda (a), akar yang terinfeksi nematoda *Meloidogyne* (b).

DAFTAR PUSTAKA

- Benhamou, N. and I. Chet. 1993. Hyphal interaction between *Trichoderma harzianum* and *Rhizoctonia solani*: ultrastructure and gold cytochemistry of the mycoparasitic process. *Phytopathol.* 83:1062-1071.
- Chun, C. and F. Mingguang. 2004. Observation on the initial inoculum source and dissemination of entomophthorales caused epizootics in populations of cereal aphids. *China Life Sci.* 47(1): 38-43.
- Ferreira, S.A. and R.A. Boley. 2006. *Sclerotium rolfsii*. http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/s_rolfs.htm [23Mar 2010].
- Prayogo, Y., T. Santoso, dan Marwoto. 2009. Pengembangan teknologi pengendalian hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (Hemiptera: Alydidae) menggunakan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Lap. Hasil Penel. KKP3T* (Tidak dipublikasi).
- Semangun, H. 1991. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta. 449 hlm.
- Soesanto, L. 2015. *Kompendium Penyakit-Penyakit Tanaman Kedelai*. Bumi Aksara, Jakarta. 534 hlm.
- Verhaar, M.A., T. Hejweggen, and J.C. Zadoks. 1996. Glasshouse experiments on biocontrol of cucumber powdery mildew *Sphaerotheca fuliginea* by the mycoparasites *Verticillium lecanii* and *Sporothrix regulosa*. *Biol. Contr.* 6:353-360.
- Westphal, A., T.S. Abney, and G. Shaner. 2009. Diseases of soybean (Frogeye Leaf Spot). *Botani Plant Pathology*. www.btny.purdue.edu. [22 Mar 2010].
- Zeidan, O., Y. Elad, Y. Hadar, and I. Chet. 1986. Integrating onion in crop rotation to control *Sclerotium rolfsii*. *Plant Disease* 70: 426-428.

Pengenalan dan Pengelolaan Gulma pada Kedelai

Arief Harsono

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
E-mail: rifharsono@yahoo.co.id

RINGKASAN

Kanopi tanaman kedelai baru menutup tanah pada umur sekitar 40 hari, sehingga memberi peluang bagi tumbuhnya gulma. Gulma diantara tanaman kedelai dapat menurunkan hasil 20% hingga 80%, tergantung jenis gulma, populasi gulma, dan saat terjadinya gangguan gulma. Gulma mengganggu pertumbuhan kedelai melalui persaingan dalam mendapatkan air, cahaya, dan hara. Gulma pada tanaman kedelai terdiri atas beberapa jenis, yaitu gulma teki-teki, gulma rumput-rumputan, dan gulma berdaun lebar. Periode kritis adalah periode di mana tanaman sangat peka terhadap gangguan gulma. Periode kritis kedelai terhadap gangguan gulma adalah pada periode awal pertumbuhan selama seperempat hingga sepertiga dari umur tanaman. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara preventif, secara eradikatif, maupun secara langsung.

Kata kunci : *Glycine max* L, gulma, pengelolaan

PENDAHULUAN

Pertumbuhan tanaman kedelai relatif lambat. Pada kondisi pertumbuhan normal, kanopi tanaman baru menutup tanah pada umur sekitar 40 hari, sehingga memberi peluang bagi tumbuhnya gulma. Apabila gulma tidak dikendalikan, maka terjadi persaingan dengan kedelai dalam mendapatkan air, cahaya, dan hara sehingga tanaman kedelai tumbuh tidak optimal.

Pengendalian gulma pada tanaman kedelai di sentra-sentra produksi umumnya terkendala oleh terbatasnya tenaga, biaya, dan waktu. Agar pengendalian gulma dapat dilakukan dengan baik dan efisien, maka diperlukan pengetahuan tentang kerugian akibat gulma, kapan pengendalian gulma harus dilakukan, dan bagaimana cara pengendaliannya.

PENGERTIAN GULMA

Apakah yang dimaksud dengan gulma?

Beberapa ahli memberikan definisi yang berbeda di antaranya adalah:

- Tumbuhan yang tidak diinginkan.
- Tumbuhan yang tumbuh tidak pada tempatnya.
- Tumbuhan yang merugikan usaha pertanian.
- Tumbuhan yang bertentangan dengan usaha pertanian.

Pada prinsipnya, gulma adalah tumbuhan yang keberadaannya di lahan pertanian tidak diinginkan karena dapat menurunkan hasil tanaman budidaya (Gambar 1).

KERUGIAN AKIBAT GULMA

Gulma diantara tanaman kedelai dapat menurunkan hasil 20% hingga 80%, tergantung jenis gulma, populasi gulma, dan saat terjadinya gangguan gulma (Tabel 1).



Gambar 1. Gulma yang tumbuh diantara tanaman kedelai.

Tabel 1. Hasil kedelai pada beberapa periode waktu tanaman bebas gangguan gulma.

Tanaman bebas gulma	Hasil (t/ha)
0-2 minggu setelah tanam	2,90
0-4 minggu setelah tanam	3,28
0-6 minggu setelah tanam	3,15
0-8 minggu setelah tanam	3,60

Sumber: Syam'un (2001).

Gulma mempengaruhi pertumbuhan dan menurunkan hasil tanaman melalui beberapa cara, yaitu:

1. Bersaing dalam mendapatkan air, hara, ruang tumbuh, CO₂, dan cahaya.
2. Mengeluarkan racun (alelopati) yang menghambat pertumbuhan tanaman.
3. Sebagai inang hama dan penyakit.

4. Bersifat parasit, contoh striga yang merugikan sorgum.
5. Mengurangi efisiensi penggunaan lahan, pupuk, dan air.

GULMA PADA TANAMAN KEDELAI

Gulma dikelompokkan menjadi tiga golongan besar, yaitu: teki-tekian, rumput-rumputan, dan gulma berdaun lebar. Ketiga kelompok gulma tersebut memiliki karakteristik yang berbeda sehingga pengendaliannya memerlukan penanganan yang berbeda. Spesies gulma pada tanaman kedelai yang dinilai penting disajikan pada Tabel 2. Foto-foto tentang gulma lainnya disajikan pada Lampiran 1.

Ciri-ciri gulma yang dianggap penting karena berpotensi menyebabkan kerugian cukup besar adalah:

1. Pertumbuhan vegetatif cepat.
2. Daya adaptasi tinggi meskipun pada lingkungan yang kurang mendukung.
3. Perbanyak vegetatif cepat dan produksi biji melimpah.
4. Masa dormansi biji, umbi, dan rimpang cukup lama dan sulit dikendalikan.
5. Memiliki daya saing tinggi meskipun pada populasi rendah.
6. Kanopi mempunyai kelindungan yang luas.

Tabel 2. Gulma-gulma penting pada tanaman kedelai.

No.	Nama ilmiah	Nama daerah (Jawa)	Golongan
1	<i>Cyperus</i> sp.	Teki	Teki
2	<i>Eleusine indica</i>	Lulangan	Rumput
3	<i>Echinochloa colonum</i>	Jajagoan	Rumput
4	<i>Digitaria</i> sp.	Cakar ayam	Rumput
5	<i>Imperata cylindrica</i>	Alang-alang	Rumput
6	<i>Polytrias amaura</i>	Lamuran	Rumput
7	<i>Ageratum conyzoides</i>	Wedusan	Daun lebar
8	<i>Portulaca oleracea</i>	Krokot	Daun lebar
9	<i>Amaranthus</i> sp.	Bayam	Daun lebar
10	<i>Boreria alata</i>	Kentangan	Daun lebar
11	<i>Cyanotis cristata</i>	Jeworan	Daun lebar
12	<i>Ludwigia</i> sp.	Lombokan	Daun lebar

Sumber: Radjitt dan Purwaningrahayu (2007).

Gulma Teki-tekian

Kelompok ini umumnya termasuk famili *Cyperacea*, mempunyai daya tahan luar biasa terhadap pengendalian mekanik karena memiliki umbi batang (*stolon*) di dalam tanah yang mampu bertahan hidup pada cekaman lingkungan yang berat. Gulma ini menjalankan jalur fotosintesis C-4 yang sangat efisien sehingga pertumbuhannya cepat. Contoh: Teki ladang (*Cyperus rotundus*) (Gambar 2a).

Gulma Rumput-rumputan

Kelompok ini umumnya termasuk famili *Gramineae*. Umumnya berdaun sempit, mempunyai akar rimpang (*Rhizoma*) yang membentuk jaringan rumit di dalam tanah dan sulit diatasi secara mekanik. Contoh: Cakar ayam (*Digitaria* sp.) (Gambar 2b).

Gulma Berdaun Lebar

Berbagai macam gulma ordo Dicotyledoneae termasuk dalam kelompok ini. Gulma ini biasanya tumbuh dengan habitus yang besar, sehingga persaingan yang terjadi dengan tanaman terutama adalah persaingan dalam mendapatkan cahaya. Contoh: Wedusan (*Ageratum conyzoides*) (Gambar 2c).



(a)

(b)

(c)

Gambar 2. Teki ladang (*Cyperus rotundus*) (a), cakar ayam (*Digitaria* sp.) (b), wedusan (*Ageratum conyzoides*) (c).

PERIODE KRITIS KEDELAI TERHADAP GULMA

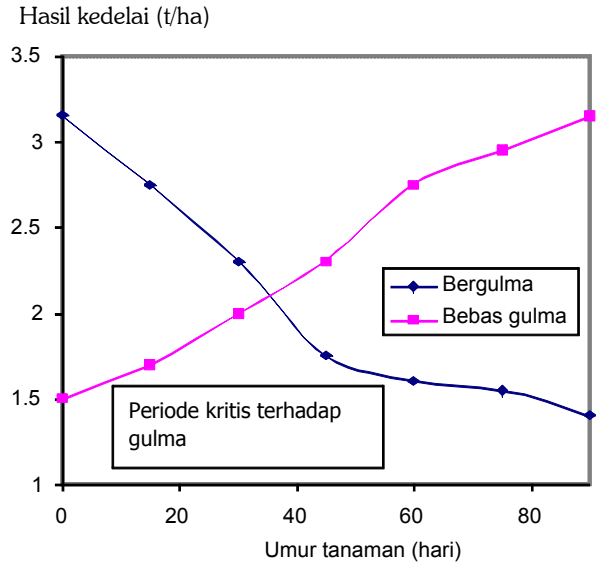
Periode kritis adalah periode di mana tanaman sangat peka terhadap gangguan gulma. Gangguan gulma yang terjadi pada periode kritis akan menyebabkan penurunan hasil lebih besar. Periode kritis kedelai terhadap gangguan gulma adalah pada periode awal pertumbuhan selama seperempat hingga sepertiga dari umur tanaman (Gambar 3). Gangguan gulma pada awal pertumbuhan tanaman akan menurunkan hasil, dan gangguan yang terjadi menjelang panen akan menurunkan kualitas hasil.

DAYA SAING GULMA

Tingkat persaingan gulma dengan kedelai tergantung pada jenis, populasi, perlindungan, daya jelajah akar, dan saat terjadinya persaingan. Tingkat persaingan semakin tinggi bila ketersediaan air, hara, dan cahaya dalam jumlah terbatas dan dibutuhkan dalam waktu yang bersamaan. Kemampuan gulma dalam menurunkan hasil tanaman erat kaitannya dengan kemampuan gulma dalam memanfaatkan/menyerap hara, air, dan cahaya.

Daya Saing Gulma dalam Menyerap Hara

Daya saing gulma terhadap tanaman budi daya dalam menyerap unsur hara dapat dilihat dari perbandingan besarnya kandungan hara pada gulma dan tanaman (Tabel 3). Makin tinggi kandungan hara suatu gulma, berarti daya serapnya makin besar, yang berarti daya saingnya terhadap tanaman dalam menyerap hara juga makin besar.



Gambar 3. Kerugian akibat gangguan gulma pada tanaman kedelai. (Sumber: Moenandir dan Kusaeni 1990)

Daya Saing Gulma dalam Menyerap Air

Kemampuan gulma dalam menyerap air dapat dilihat dari koefisien transpirasinya. Makin besar koefisien transpirasi suatu gulma (Tabel 4), daya saingnya terhadap tanaman dalam menyerap air makin besar.

Daya Saing Gulma dalam Memanfaatkan Cahaya

Kemampuan gulma dalam memanfaatkan cahaya erat kaitannya dengan kanopi gulma. Gulma yang tumbuh lebih tinggi dan subur dari kedelai merupakan pesaing yang kuat bagi kedelai untuk mendapatkan cahaya.

Tabel 4. Koefisien transpirasi beberapa jenis gulma dan tanaman budi daya.

No.	Jenis gulma/tanaman	Koefisien transpirasi (Q)
Gulma		
1	<i>Amaranthus</i> sp.	336
2	<i>Cynodon dactylon</i>	813
3	<i>Digitaria</i> sp.	696
4	<i>Echinochloa colonum</i>	674
Tanaman budidaya		
1	Kedelai	-
2	Jagung	352
3	<i>Sorghum vulgare</i>	394

Sumber: Gupta (1984)

PENGENDALIAN GULMA

Pengendalian gulma adalah suatu cara untuk menekan populasi gulma sampai jumlah tertentu sehingga tidak menimbulkan kerugian terhadap tanaman. Pengendalian gulma akan efektif bila dilakukan pada awal periode kritis tanaman, sedangkan gulma yang tumbuh setelah periode kritis dikendalikan sekedarnya saja karena tidak menyebabkan merugikan yang berarti. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara preventif, eradikatif, dan secara langsung.

Pengendalian gulma secara preventif dilakukan dengan cara mencegah perkembangbiakan dan penyebaran gulma, baik melalui biji maupun organ vegetatif. Pengendalian gulma secara eradikatif dilakukan dengan cara memusnahkan gulma sebelum berbunga dan ber biji sehingga gulma tidak tumbuh lagi. Cara ini efektif untuk area sempit dan datar, tetapi sangat mahal untuk area luas serta, dan kurang baik untuk tanah yang miring. Pengendalian gulma secara langsung, dilakukan dengan cara kultur teknis, mekanis, biologi, dan kimiawi.

Pengendalian Secara Kultur Teknis

Pengendalian secara kultur teknis dapat dilakukan dengan memperbaiki teknik budidaya tanaman, antara lain dengan :

1. Penyiapan lahan yang baik.
2. Menggunakan benih bebas dari biji gulma.
3. Mengatur jarak tanam, sehingga memacu pertumbuhan tanaman agar dapat menekan pertumbuhan gulma.
4. Menggunakan mulsa untuk menghambat pertumbuhan/mematikan gulma.
5. Rotasi tanaman, karena dominasi gulma pada setiap jenis tanaman berbeda.
6. Penggenangan untuk gulma darat.

Pengendalian Secara Mekanis

Pengendalian secara mekanis lebih banyak dilakukan dibanding cara lain, yaitu dengan cara merusak gulma secara mekanik, sehingga gulma tersebut pertumbuhannya terhambat atau mati. Pengendalian cara ini dapat dilakukan dengan pengolahan tanah, mencabut gulma, membakar gulma, atau menggunakan alat mekanik.

Pengendalian Secara Biologi

Populasi gulma dikendalikan menggunakan musuh alami berupa hama, penyakit atau jamur yang dapat menekan atau mematikan gulma, tetapi tidak berdampak pada tanaman budi daya. Cara ini belum banyak dilakukan di Indonesia, karena terbatasnya musuh alami yang telah ditemukan dan dianggap mudah serta aman untuk digunakan.

Beberapa syarat yang harus dipenuhi musuh alami adalah:

- Tidak merusak tanaman budi daya,
- siklus hidupnya sesuai dengan gulma yang diberantas, yakni populasinya akan meningkat jika populasi gulma meningkat, dan sebaliknya,
- mampu mematikan gulma atau setidaknya mencegah gulma membentuk biji, mampu berkembangbiak dan menyebar ke daerah lain yang ditumbuhi tanaman inang.

Contoh : Kutu *Dactylopius tomentosus* untuk mengendalikan kaktus liar, ikan koan untuk menekan enceng gondok, tanaman penutup tanah (kacang-kacangan) untuk pengendalian alang-alang (Gambar 4).



Colopogonium sp.



Centrosema sp.

Gambar 4. Contoh tanaman penutup tanah yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan gulma alang-alang di perkebunan.

Pengendalian Secara Kimiawi

Senyawa kimia yang dapat menghambat atau mematikan gulma disebut herbisida. Keuntungan penggunaan herbisida:

1. Menghemat waktu dan tenaga. Penyiangan lahan 1 ha perlu tenaga 20–40

- HOK, dengan herbisida hanya 3–4 HOK.
2. Dapat membunuh gulma yang sulit dikendalikan secara manual.
 3. Dapat mengendalikan gulma sejak awal (sebelum tumbuh).
 4. Dapat mengurangi kerusakan akar akibat penyiangan.
 5. Dapat memilih saat pengendalian gulma yang sesuai dengan waktu yang tersedia.
 6. Mengurangi kerusakan tanah, bahkan gulma yang mati dapat berfungsi sebagai mulsa dan pupuk organik.

Agar penggunaan herbisida efektif, perlu diketahui jenis dan sifat herbisida, serta jenis gulma yang akan dikendalikan sehingga ada kesesuaian antara jenis herbisida yang digunakan dengan gulma yang akan dikendalikan.

Herbisida diklasifikasikan berdasarkan pergerakan (translokasi) dalam tanaman, waktu aplikasi, tempat pemberian, aktifitas, dan cara kerjanya.

Pergerakan herbisida dalam tanaman

1. Kontak: Hanya membunuh bagian tanaman yang terkena larutan saja. Contoh herbisida yang berbahan aktif Propanil, Paraquat.
2. Sistemik: Larutan dapat ditranslokasikan ke jaringan tanaman, sehingga mampu membunuh seluruh jaringan tanaman di atas maupun di dalam tanah. Contoh herbisida yang berbahan aktif 2,4 D, MCPA, dan metsulfuron.

Waktu aplikasi herbisida

1. Pratanam (*preplanting*): Larutan disemprotkan pada gulma yang sedang tumbuh sebelum tanam. Contoh herbisida yang berbahan aktif Glyphosat dan ECPT.
2. Pratumuh (*preemergence*): Larutan disemprotkan pada gulma yang telah tumbuh bersama tanaman berkecambah. Contoh herbisida yang berbahan aktif Nitralin.
3. Pasca tumbuh (*postemergence*): Larutan disemprotkan pada gulma yang telah tumbuh bersama tanaman budi daya, dalam hal ini harus digunakan jenis herbisida yang selektif. Contoh herbisida yang berbahan aktif Propanil, MCPA.

Tempat pemberian herbisida

1. Melalui daun: Larutan herbisida disemprotkan langsung ke daun gulma. Contoh herbisida yang berbahan aktif Glyphosate.
2. Melalui tanah: Herbisida dapat berbentuk cairan atau butiran. Cara ini dilakukan untuk mencegah tumbuhnya biji, rhizoma, dan stolon gulma. Contoh herbisida yang berbahan aktif Alaclor, karbomat, dan tiokarbomat.

Selektifitas herbisida

1. Selektif: Herbisida dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan jenis gulma tertentu tetapi tidak mematikan tanaman budi daya. Contoh herbisida yang berbahan aktif Propanil membunuh rumput-rumputan tetapi tidak mematikan padi. Herbisida yang berbahan aktif 2,4 D membunuh gulma berdaun lebar tetapi tidak membunuh padi.
2. Tidak selektif: Herbisida membunuh semua jenis gulma dan tanaman budi daya. Contoh herbisida yang berbahan aktif Paraquat membunuh semua tanaman yang mempunyai hijau daun.

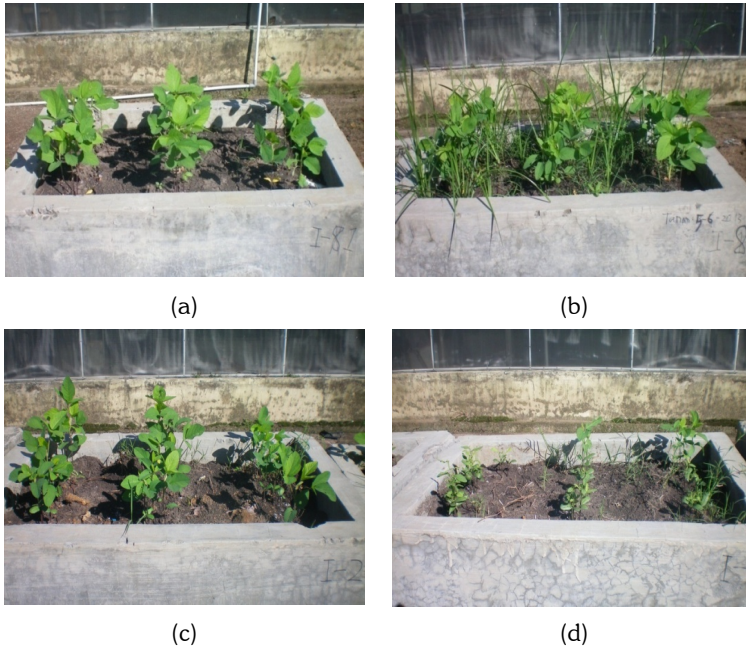
Cara kerja herbisida

1. Merusak bentuk pertumbuhan karena mempunyai sifat sebagai zat tumbuh. Contoh herbisida yang berbahan aktif MCPA, 1,2 D dan Micoprap.
2. Menghambat pembelahan sel. Contoh herbisida yang berbahan aktif Dalapon, Micoprap.
3. Menghambat proses asimilasi dengan menghambat pembentukan klorofil. Contoh herbisida yang berbahan aktif Dalapon, Amitrole.
4. Mengganggu sistem pernapasan tanaman (respirasi). Contoh herbisida yang berbahan aktif 2,4 D dan Dinosep.
5. Menghambat sintesis protein. Contoh herbisida berbahan aktif Glyphosate.

Faktor-faktor yang menentukan efektifitas penggunaan herbisida:

1. Sifat herbisida: seperti kontak, sistemik, dan sifat-sifat khusus lainnya.
2. Kecocokan herbisida dengan jenis gulma yang dikendalikan.
3. Keadaan lingkungan: seperti kelembaban udara, intensitas cahaya matahari, sifat tanah, dan lain sebagainya.
4. Cara penggunaan: alat yang digunakan, dosis, volume semprot, dan cara penyemprotannya.

Penggunaan herbisida pratumbuh pada tanaman kedelai sangat membantu mengurangi tenaga penyiangan, tetapi harus memilih bahan aktif yang tepat agar tidak meracuni tanaman. Penggunaan herbisida pratumbuh Etil Pirazosulfuron 10% 5 hari sebelum tanam dengan dosis 2 kg/ha dan volume semprot 500 liter/ha efektif menekan pertumbuhan awal gulma, tetapi menghambat pertumbuhan tanaman kedelai. Herbisida pratumbuh Oksifluorfen yang diberikan 5 hari sebelum tanam dosis 2 liter/ha dengan volume semprot 500 liter/ha efektif menekan pertumbuhan awal gulma dan tidak menghambat pertumbuhan awal kedelai (Gambar 5).



Gambar 5. Gulma disiang umur 2 minggu (a), Gulma tidak disiang (b), Herbisida Oksifluorfen 5 hari sebelum tanam (c), dan Herbisida Etil Pirazosulfuron 10% 5 hari sebelum tanam (d). (Harsono *et al.* 2014).

Penggunaan herbisida pratumbuh Oksifluorfen efektif menekan pertumbuhan gulma hingga umur 42 hari, meskipun belum sebaik apabila gulma disiang pada umur 21 hari dan 40 hari. Apabila penggunaan herbisida pratumbuh Oksifluorfen disertai herbisida pasca tumbuh DMA6 pada umur 21 hari, pertumbuhan gulmnya sama dengan disiang umur 21 hari dan 40 hari (Gambar 6). Penggunaan herbisida pratumbuh Oksifluorfen sama baiknya dengan penyiangan dua kali dalam meningkatkan jumlah polong dan hasil kedelai (Tabel 5).

PENGENDALIAN GULMA TERPADU

Cara-cara pengendalian gulma seperti diuraikan sebelumnya masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian. Pengendalian gulma secara manual (dengan tangan) dapat memberantas gulma dengan baik tetapi memerlukan tenaga banyak, sedangkan pengendalian gulma dengan herbisida umumnya hanya mempunyai daya berantas terhadap jenis gulma tertentu dan kurang kuat untuk memberantas jenis gulma yang lain. Agar pengendalian gulma dapat memberikan hasil yang memuaskan dengan biaya yang ekonomis, perlu dikembangkan metode pengendalian gulma secara terpadu, yaitu dengan memadukan beberapa cara pengendalian menjadi satu kesatuan cara pengendalian.



Gambar 6. Pertumbuhan gulma dan tanaman kedelai umur 42 hari setelah tanam (hst): tanpa pengendalian (1), disiang umur 21 dan 40 hst (2), herbisida pratumbuh Oksifluorfen 10 hst (3), herbisida pratumbuh Oksifluorfen 10 hst, dan pascatumbuh DMA6 21 hst (4). (Sumber: Harsono *et al.* 2014)

Tabel 5. Pengaruh cara pengendalian gulma terhadap jumlah polong dan hasil biji kedelai pada lahan sawah.

No	Perlakuan	Jumlah polong isi/tanaman		Hasil biji (t/ha)		Kenaikan hasil (%)	
		MK I	MK II	MK I	MK II	MK I	MK II
1.	Tanpa penyiangan	34,2 c	37,7 b	0,6 c	1,8 b	0,0	0,0
2.	Disiang umur 21, 40 hst	48,4 cb	49,8 a	1,9 ab	2,5 a	211,7	40,6
3.	Herbisida Pratumbuh Oksifluorfen 10 hst	52,4 a	47,0 a	1,9 ab	2,6 a	221,7	45,0
4.	Herbisida Pratumbuh Oksifluorfen + Pasca tumbuh 2,4-D Dimethyl Amida umur 21 hst	43,2 b	45,6 a	2,1 a	2,6 a	251,7	43,3
5.	Herbisida Pratumbuh Oksifluorfen + disiang umur 40 hst	47,5 ab	49,8 a	1,6 b	2,4 a	173,3	34,4
6.	Disiang umur 21 hst	45,1 ab	52,2 a	1,9 ab	2,4 a	211,7	34,4

Nilai sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%. Sumber : Harsono *et al.* (2014).

Menurut Tjitrosoedirdjo *et al.* (1984) hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengendalian gulma secara terpadu adalah :

1. Perpaduan antar faktor-faktor yang dipadukan dapat mencirikan masalah gulma yang dihadapi secara tepat dan menyeluruh.

2. Pemilihan cara-cara pengendalian harus tepat.
3. Pemilihan bahan, peralatan yang digunakan, dan pelaksanaan harus tepat
4. Pelaksanaan pengendalian dalam jangka panjang dapat memberikan hasil lebih baik, dan secara ekonomi maupun ekologi dapat dipertanggung jawabkan.

Contoh komponen teknologi yang dipadukan adalah sebagai berikut:

- Penyiapan/pengolahan tanah yang baik.
- Pengaturan air irigasi yang dapat mencegah biji gulma berkecambah, atau rimpang dan ubi gulma bertunas.
- Penggunaan alat penyiang mekanis, seperti landak, sehingga gulma mati terberantas dan tanah menjadi gembur. Namun gulma yang tumbuh dekat tanaman harus dicabut dengan tangan.
- Penggunaan herbisida pratumbuh dan pascatumbuh sesuai gulma sasaran yang dapat menekan infestasi gulma. Jadi apabila menggunakan herbisida pratumbuh, penyiangan ringan juga masih diperlukan untuk mematikan gulma yang tidak terberantas, serta untuk menggemburkan tanah dan sekaligus untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Kombinasi dari beberapa komponen teknologi pengendalian gulma yang sinerjis, kompatibel dan tidak saling bertentangan akan dapat mengendalikan gulma lebih efektif dan efisien.

Untuk mencegah gulma menjadi resisten (tahan) terhadap herbisida, dapat dilakukan dengan cara :

- Rotasi tanaman, yang berarti penggunaan herbisida juga bergantian sehingga menghambat terjadinya resistensi.
- Rotasi herbisida berdasarkan rotasi tanaman, sehingga setiap herbisida mempunyai cara kerja yang berbeda.
- Penggunaan herbisida yang mempunyai lebih dari satu bahan aktif.
- Penggunaan dosis herbisida yang rendah dan sedang secara bergantian, menunda evolusi resistensi.
- Penggunaan kultur teknik lainnya yang dapat melengkapi penggunaan herbisida.

PENUTUP

Keberadaan gulma diantara tanaman kedelai sulit dihindarkan, dan pada populasi tertentu dapat merugikan karena mengakibatkan penurunan hasil. Besarnya penurunan hasil akibat gangguan gulma pada tanaman kedelai bergantung pada jenis, populasi, dan saat terjadinya gangguan gulma. Berbagai jenis gulma penting, periode kritis, dan teknik pengendalian gulma pada tanaman kedelai telah disampaikan, dengan harapan gulma dapat dikendalikan dengan baik, dan

usahatani kedelai mampu memberikan hasil tinggi dan keuntungan yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Gupta, O.P. 1984. Scientific weed management. Today and tomorrow's. Printers and Pub.. New Delhi. p. 15-65.
- Harsono, A. 1997. Pengendalian gulma pada tanaman pangan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 20 hlm.
- Harsono, A., S. Muzaiyanah dan Subandi 2014. Pengendalian gulma secara terpadu pada tanaman kedelai. Lap. Hasil Pen. Balitkabi 2013. 28 Hlm.
- Moenandir, J. dan E. Kusaeni. 1990. Periode kritis kedelai (*Glycine max*) varietas biji hitam karena adanya persaingan gulma pada tanah grumosol. Agrivita 13(4):6-12.
- Pulsford, J.S. 1978. Fertilizer and other soil amendements for peanut. Peanut Industry Workshop. March 1978. Kingaroy. Queensland. P. 3-1 to 3-29.
- Radjit, B.S. dan R.D. Purwaningrahyu. 2007. Pengendalian gulma pada kedelai. Hlm. 281-295. Dalam Sumarno, dkk (Peny.). Kedelai, Teknik Produksi dan Pengembangan. Puslitbang Tan. Pangan, Bogor.
- Syam'un, E. 2001. Pengaruh sistem olah tanah dan periode bebas gulma terhadap hasil kedelai (*Glycine max* (L) Merr.). Hlm. 263-268. Dalam Didiek *et al.* (Eds.) Pros. konferensi Nas. XV Himp. Ilmu Gulma Indonesia. Surakarta 17-19 Juli 2001.
- Tjitrosoedirdjo, S., I.H. Utomo, dan J. Wiroatmodjo, 1984. Pengelolaan Gulma di Perkebunan. Gramedia, Jakarta. 210 hlm.

Lampiran 1. Beberapa contoh gulma penting pada tanaman kedelai.



Cyperus rotundus (Teki)



Eleusine indica (Lulangan)



Digitaria sp (Cakar ayam)



Echinochloa colonom (Jajagoan)



Imperata cylindrica (Alang-alang)



Polytrias amaura (Lamuran)



Ageratum conyzoides (Wedusan)



Portulaca oleracea (Krokot)



Amaranthus sp (Bayam duri)



Burreria alata (Kentangan)



Cyanocis cristata (Jeworan)



Ludwigia sp. (Lombokan)

PEMANFAATAN PESTISIDA NABATI UNTUK PENGENDALIAN OPT PADA TANAMAN KEDELAI

Sri Wahyuni Indiati

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

E-mail: swindiati@yahoo.com

RINGKASAN

Pestisida nabati adalah ramuan alami berbahan dasar tumbuhan untuk mengendalikan OPT tanaman. Bahan dasar tersebut umumnya berupa senyawa aktif hasil metabolit sekunder dari tumbuhan yang berfungsi sebagai repelen, antifidan, atraktan, mencegah serangga meletakkan telur, penghambat pertumbuhan, dan perkembangan serangga, sebagai racun syaraf, dan mengendalikan pertumbuhan jamur maupun bakteri. Pengendalian OPT dengan pestisida nabati merupakan alternatif pengendalian yang aman dan ramah lingkungan. Famili tumbuhan sumber potensial insektisida nabati adalah Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, dan Rutaceae. Pestisida nabati dapat dibuat dengan mengekstrak biji, daun, akar, dan rimpang – dapat dibuat dalam bentuk tepung dan abu. Pestisida nabati yang telah dimanfaatkan untuk pengendalian OPT pada tanaman kedelai antara lain daun dan biji mimba (*Azadirachta indica*), yang memiliki pengaruh menghambat proses ganti kulit serangga, penurunan nafsu makan (*anti-feedant*), penghalau (*repellent*), sebagai anti-virus, bakterisida, dan fungisida. Pestisida nabati dari mimba efektif menekan hama lalat kacang, Thrips, kutu cabuk (*Aphis*), kutu kebul *Bemisia tabaci*, hama penggerek dan pengisap polong kedelai, serta hama pemakan daun *Spodoptera litura*. Pestisida nabati tersebut dapat dimanfaatkan sebagai komponen PHT yang ramah lingkungan, dan mengurangi penggunaan pestisida kimia, dan menghasilkan produk pertanian yang lebih sehat.

Kata kunci: hama, kedelai, pengendalian, penyakit, pestisida nabati

PENDAHULUAN

Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) pada kedelai cukup banyak jenisnya, ada yang menyerang pada fase vegetatif, fase generatif, atau pada kedua fase tersebut. Serangan ulat grayak pada fase vegetatif dengan intensitas >70% menyebabkan kehilangan hasil kedelai 38,5% (Arifin 1989). Sampai saat ini pestisida kimia merupakan pilihan utama untuk mengendalikan OPT di lahan

pertanian. Hal ini karena insektisida kimia mudah didapat, praktis, mudah penggunaannya, dan hasilnya segera dapat dilihat.

Penggunaan pestisida yang berlebihan meningkatkan biaya produksi, berdampak buruk bagi kesehatan manusia, mengganggu keseimbangan hayati sekitarnya, dan dapat mencemari lingkungan. Pengaruh negatif akibat penggunaan pestisida kimia sintetis adalah: (i) hama menjadi resisten (kebal), (ii) ledakan hama akibat pestisida yang digunakan tidak efektif, (iii) penumpukan residu yang dapat membahayakan petani/pengguna dan konsumen, (iv) terbunuhnya musuh alami, (v) terjadinya polusi lingkungan (vi) perubahan status hama dari hama minor menjadi hama utama. Insektisida nabati merupakan insektisida yang cukup efektif dan aman terhadap lingkungan (Hoesain 2001). Oleh karena itu perlu dicari pestisida alternatif yang efektif dan aman.

PESTISIDA NABATI

Pestisida nabati adalah pestisida dengan bahan dasar dari tumbuhan yang digunakan untuk mengendalikan OPT. Bahan dasar tersebut mengandung senyawa aktif yang merupakan metabolit sekunder dari tumbuhan (bahan bioaktif) yang berperan melindungi diri dari serangan OPT. Lebih dari 400.000 jenis senyawa kimia yang ada pada tumbuhan, namun baru sekitar 10.000 jenis produksi metabolit sekunder yang telah teridentifikasi.

Lebih dari 1.500 jenis tumbuhan di dunia diketahui berpengaruh buruk terhadap serangga. Di Indonesia terdapat 50 famili tumbuhan penghasil racun. Famili tumbuhan yang merupakan sumber potensial insektisida nabati adalah Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, dan Rutaceae, tetapi belum dimanfaatkan maksimal (Dadang 1999). Dengan kemajuan teknologi dibidang kimia, banyak senyawa kimia yang berasal dari tumbuhan telah diidentifikasi dan diisolasi untuk pengendalian serangga hama.

Pestisida nabati memiliki berbagai fungsi, yaitu:

- Sebagai repelen, yaitu menolak kehadiran serangga karena bau yang menyengat.
- Sebagai antifidan, yaitu mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot karena ada rasa pahit.
- Mencegah serangga meletakkan telur.
- Sebagai racun syaraf.
- Mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga.
- Sebagai atraktan, yaitu pemikat kehadiran serangga pada perangkap serangga.
- Mengendalikan pertumbuhan jamur maupun bakteri.

Penghambatan/Penolakan Makan

Selain morfologi tumbuhan, senyawa kimia mempunyai peran penting bagi serangga dalam pemilihan inang, karena serangga dapat mengenali atau merasakan adanya senyawa kimia dalam makanannya pada konsentrasi rendah, dan dikenal sebagai senyawa penarik (atraktan). Sebaliknya senyawa yang tidak dapat dikenali serangga dapat mengakibatkan penolakan oleh serangga, sehingga senyawa tersebut dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama.

Senyawa hasil metabolit sekunder tumbuhan yang bersifat *antifeedant* adalah senyawa yang mengakibatkan penghentian aktivitas makan serangga secara sementara atau permanen, sedangkan senyawa yang mengakibatkan penolakan aktivitas makan disebut *feeding deterrent*. Contoh spesies tumbuhan yang mempunyai sifat penghambatan makan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Famili, spesies tumbuhan yang mempunyai sifat menghambat aktivitas makan, serta organisme sasaran yang menunjukkan efek penghambatan makan.

No.	Famili	Jenis tumbuhan	Organisme sasaran
1.	Meliaceae	<i>Aglai cordota</i> , <i>Dysoxylum malabaricum</i> , <i>D. reticulatum</i> , <i>D. spectabile</i> , <i>Melia dubia</i> , <i>Sandoricum koetjape</i> , <i>Swietenia mahogani</i> , <i>Trichilia connaroides</i> , <i>T. roka</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>
		<i>Swietenia mahogani</i>	<i>Plutella xylostella</i>
		<i>Aphanamixis grandifolia</i> , <i>Carapa guianensis</i>	<i>P. xylostella</i>
2.	Annonaceae	Batang <i>Polyalthia affinis</i> , <i>P. lateriflora</i> dan <i>P. rumphii</i>	<i>P. xylostella</i>
		Biji <i>Annona squamosa</i> (srikaya)	Vektor penyakit tungro
3.	Zingiberaceae	<i>Zingiber</i> spp. (jahe jahean) dan <i>Curcuma</i> spp. (temu temuan)	<i>Nilaparvata lugens</i>
		<i>Alpinia galanga</i> (lengkuas)	<i>P. xylostella</i>
4.	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (serai)	<i>P. xylostella</i>
5.	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera parviflora</i> (bakau)	<i>P. xylostella</i>
6.	Lythraceae	<i>Lagerstroemia floribunda</i> (bungur)	<i>P. xylostella</i>
7.	Rubiaceae	<i>Uncaria tomentosa</i>	<i>P. xylostella</i>
8.	Mimosaceae	<i>Ziziphus jujuba</i>	<i>P. xylostella</i>

Berbagai senyawa kimia dari kelompok sesquiterpen, alkaloid, flavonoid, terpenoid yang menunjukkan aktivitas penghambatan makan pada berbagai spesies serangga telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi (Tabel 2).

Tabel 2. Famili, senyawa aktif dari spesies tumbuhan yang mempunyai sifat menghambat aktivitas makan, serta organisme sasaran yang menunjukkan efek penghambatan makan.

No.	Famili	Jenis tumbuhan/ senyawa aktif	Organisme sasaran
1.	Meliaceae	Biji mimba (<i>Azadirachta indica</i>)/ Azadirachtin	<i>Spodoptera littoralis</i> , <i>S. frugiperda</i> , <i>S. exempta</i> , <i>Heliothis virescens</i> , <i>Helicoverpa zea</i> , <i>H. armigera</i> , <i>M. brassicae</i> , dan <i>Trichoplusia</i>
2.	Asteraceae	<i>Senecio palmensis</i> / Sesquiterpen, 2,10-bisaboladien-1- on dan 11-asetoksi-5-angeloiloksi- silfinen-3-on	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>
3.	Labiatae	Genus <i>Ajuga</i> dan <i>Teucrium</i> / Ajugarin <i>Polygonum hydropiper</i> / Poligodial	Beberapa larva Lepidoptera <i>P. xylostella</i> dan kutu daun <i>M. persicae</i>

Penolakan Peneluran

Pada serangga pemakan tumbuhan, pemilihan tempat peletakan telur merupakan hal penting untuk kelangsungan keturunannya, sehingga imago harus menemukan inang yang paling sesuai untuk keturunannya. Senyawa hasil metabolit sekunder tanaman mempunyai peran penting dalam memandu serangga dalam proses penemuan inang untuk peletakan telur. Sebaliknya, serangga akan menolak suatu tumbuhan karena tidak menemukan senyawa kimia yang sesuai, bahkan akan menolak tumbuhan yang akan dijadikan inang karena adanya senyawa lain. Kekuatan senyawa penarik dan penolak akan menentukan apakah serangga menerima atau menolak tumbuhan sebagai inang. Contoh spesies tumbuhan yang mempunyai sifat menghambat aktivitas peneluran (Tabel 3).

Penghambatan Pertumbuhan/Perkembangan

Pertumbuhan dan perkembangan serangga dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas makanan yang dikonsumsi. Serangga akan tumbuh dan berkembang dengan baik bila makanan yang dikonsumsi sesuai, sebaliknya akan mengalami penghambatan bila makanan yang dikonsumsi miskin nutrisi.

Ekstrak tumbuhan dari famili Meliaceae, seperti *Aglaia argentea*, *Cedrela odorata*, *Cedrela toona*, *Citrassia tabularis*, dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan beberapa serangga. Beberapa anggota famili Annonaceae telah diketahui mampu menghambat pertumbuhan larva *M. brassicae*, *C. binotalis*, dan *P. xylostella*. Dua senyawa aktif, squamocin dan asimicin, telah diisolasi dari biji

Annona glabra. Kemudian licarin telah diisolasi dari *Machilus japonica* (Lauraceae) yang dapat menghambat pertumbuhan larva *S. litura*.

Tabel 3. Famili, spesies tumbuhan yang mempunyai sifat menghambat aktivitas peneluran, serta organisme sasaran yang menunjukkan efek penghambatan aktivitas peneluran.

No.	Famili	Bagian tanaman/ senyawa aktif	Organisme sasaran
1.	Meliaceae	Biji mimba (<i>Azadirachta indica</i>)/ Azadirachtin	<i>P. xylostella</i> , <i>Bactrocera dorsalis</i>
2.	Malvaceae	<i>Sphaeralcea emoryi</i>	<i>Anthonomus grandis</i>
3.	Papilionaceae	Biji pronojiwo (<i>Euchresta horsfieldii</i>)	<i>Callosobruchus chinensis</i>
4.	Meliaceae	Biji mahoni (<i>S. mahogani</i>)	<i>Callosobruchus chinensis</i>
5.	Euphorbiaceae	Biji jarak (<i>Ricinus communis</i>)	<i>Callosobruchus chinensis</i>
6.	Cucurbitaceae	Biji gambas (<i>Luffa acutangulata</i>)	<i>Callosobruchus chinensis</i>
7.	Annonaceae	Biji nona sabrang (<i>Annona glabra</i>), <i>A. Montana</i>	<i>Callosobruchus chinensis</i>
8.	Meliaceae	Trikhilin, diisolasi dari <i>Trichilia</i> spp.	Berbagai spesies serangga

Efek Kematian

Beberapa ekstrak tumbuhan dapat mematikan serangga, seperti tumbuhan *Chrysanthemum* spp., *Nicotiana* spp., dan *Derris* spp. yang menghasilkan berturut-turut piretrin, nikotin, dan rotenon. Selain tumbuhan di atas, senyawa-senyawa aktif dari famili Meliaceae seperti rokaglamid yang diisolasi dari *A. odorata* menunjukkan efek kematian pada *Peridroma saucia*, menghambat pertumbuhan larva penggerek jagung *Ostrinia nubilalis*.

Beberapa famili Annonaceae mempunyai efek kematian pada beberapa spesies serangga, di antaranya:

- *A. glabra*, *A. montana*, *A. muricata*, *A. reticulata*, *A. squamosa* terhadap *C. chinensis*.
- *A. glabra*, *A. montana*, *A. muricata*, *A. reticulata*, *A. squamosa* terhadap *N. virescens*.
- *A. glabra* dan *A. squamosa* terhadap larva *Crocidolomia binotalis*.
- *A. muricata* efektif terhadap serangga *C. maculatus*.
- *Polyalthia littoralis* pada *P. xylostella*, *C. chinensis*, *N. virescens*.
- *P. rumphii* dan *Rollinia delisiosa* terhadap *Epilachna vigintiotopunctata*.

Hal tersebut menunjukkan tumbuhan dari famili Meliaceae dan Annonaceae berpotensi dikembangkan sebagai pestisida nabati.

Ekstrak *Zingiber americans*, *Z. aeruginosa*, dan *Z. zeodoria* (anggota famili Zingiberaceae) menimbulkan efek kematian terhadap serangga hama wereng coklat (*N. lugens*). Ekstrak rimpang *Curcuma heyneana* (temu giring), *Aplinia galanga*, *C. aeruginosa*, *Boesenbergia pandurata* menyebabkan kematian lebih

dari 85% terhadap serangga *C. chinensis* saat diaplikasikan secara topikal/kontak. *A. galanga* menimbulkan efek kematian pada larva instar III *P. xylostella*. Spesies lain anggota Zingiberaceae yang diketahui mempunyai aktivitas mematikan terhadap larva *Spodoptera littoralis* adalah *C. xanthorriza*, *Kaempferia galanga*, *K. rotunda* dan *Z. cassumunar*.



Gambar 1. Pengaruh azadirachtin pada proses ganti kulit beberapa serangga uji.
(Sumber : Mordue dan Nisbet 2000)

KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN PESTISIDA NABATI

Keunggulan Pestisida Nabati

- Senyawa aktif mudah terurai di alam, sehingga kadar residu relatif kecil, peluang untuk membunuh serangga bukan sasaran rendah, dan dapat digunakan beberapa saat menjelang panen.
- Cara kerja spesifik, sehingga aman terhadap manusia dan ternak.
- Tidak mudah menimbulkan resistensi, karena jumlah senyawa aktif lebih dari satu.
- Tidak meracuni tanaman.

Kelemahan Pestisida Nabati

- Persistensi yang singkat sehingga pada populasi hama yang tinggi diperlukan aplikasi yang berulang-ulang.
- Biaya produksi mahal, sehingga harga lebih mahal dari insektisida sintetik.
- Ketersediaan di pasaran (toko pertanian) masih sangat terbatas
- Frekuensi pemakaian lebih tinggi, karena sifat racunnya mudah terdegradasi

KENDALA PENGEMBANGAN PESTISIDA NABATI

- Petani lebih memilih pestisida kimia dari pada nabati.
- Kurangnya dorongan penentu kebijakan.
- Bahan tidak tersedia secara berkesinambungan, seperti biji mimba hanya dapat dipanen setahun sekali.
- Memerlukan persiapan yang agak lama, untuk mendapatkan konsentrasi bahan pestisida yang baik, harus dilakukan perendaman lebih dari 12 jam (lebih dari semalam).

CARA PEMBUATAN PESTISIDA NABATI

Pestisida nabati dapat dibuat dengan mengolah biji, daun, akar, rimpang menjadi cairan berupa ekstrak dan minyak, serta bentuk padat (tepung dan abu). Mengekstrak biji, daun, akar, dan rimpang dapat menggunakan pelarut organik, ataupun ekstraksi sederhana dengan menggunakan pelarut air. Minyak yang dihasilkan dari pengepresan biji dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Kandungan senyawa aktif pada biji umumnya lebih tinggi dibanding pada daun (Budi Martono *et al.* 2004), oleh karena itu penggunaan ekstrak biji sebagai pestisida nabati lebih efektif daripada ekstrak daun (Indiati 2008). Contoh bentuk formulasi sederhana pestisida nabati antara lain :

- Bahan mentah yang berbentuk tepung (tepung nimba, tepung kunyit, tepung jahe).
- Ekstrak tanaman/resin dengan mengambil cairan metabolit sekunder dari bagian tanaman tertentu (minyak nimba, minyak krisan, minyak cengkeh).
- Bagian tanaman dibakar untuk diambil abunya dan digunakan sebagai insektisida misalnya: serai, tembelean (*Lantana camara*), daun bambu.

Pembuatan Ekstrak Dari Biji

1. Biji beserta kulit biji dikering anginkan sampai kering agar tidak berjamur.
2. Biji dan kulit biji digiling sampai halus, kemudian disaring dengan ayakan berukuran 850 μm .
3. 25-50 g serbuk biji + 1 L air + 1 ml alkohol 70% diaduk rata, kemudian direndam selama 12 jam. Setelah itu disaring dengan kain furing.

4. Larutan hasil penyaringan kemudian ditambah dengan 1 g deterjen atau 0,5 ml perata (Apsa), diaduk rata dan larutan siap disemprotkan.
5. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pada sore hari, dengan volume semprot 400-600 L air, tergantung umur tanaman yang akan disemprot.

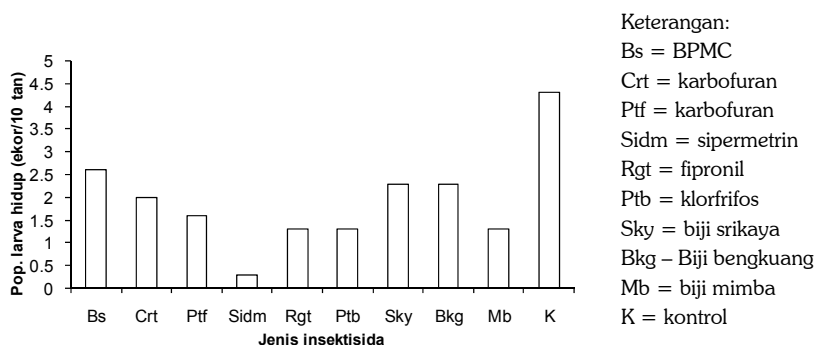
Pembuatan Ekstrak dari Daun/Rimpang/Batang/Akar

1. Daun/rimpang/akar/batang segar sebanyak 50 g diblender dengan 1 L air + 1 ml alkohol 70%, diaduk rata, kemudian direndam selama 12 jam. Setelah itu disaring dengan kain furing.
2. Larutan hasil penyaringan kemudian ditambah 1 g deterjen atau 0,5 ml perata (Apsa), diaduk rata dan larutan siap disemprotkan.

KEEFEKTIFAN SERBUK BIJI MIMBA SEBAGAI INSEKTISIDA

Aplikasi serbuk biji mimba pada tanaman kapas sangat efektif mengurangi intensitas serangan *H. armigera* dan kerusakan pada buah kapas (Duraimurugan dan Regupathy 2005). Aplikasi ekstrak biji mimba mengakibatkan kematian tungau merah (*Tetranychus urticae*) 60%, lebih rendah bila dibandingkan dengan dicofol yang mencapai 81%. Hal yang sama juga terjadi pada tungau predator *Amblyseius longispinosus* (Singh dan Singh 2005).

Ekstrak air biji mimba 50 g/l yang diaplikasikan pada umur 8 hari efektif menekan serangan hama lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli*) pada tanaman kedelai setara karbofuran, fipronil, dan klorfirifos (Gambar 2) (Indiati 2008).

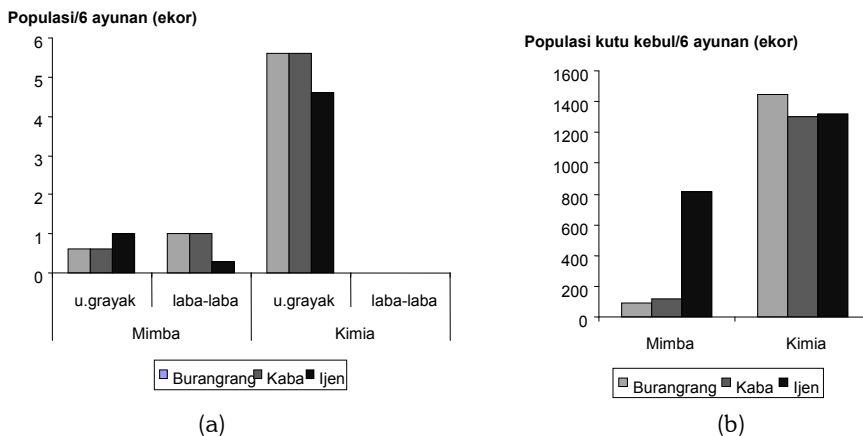


Gambar 2. Rata-rata populasi larva lalat kacang setelah perlakuan insektisida. Inlitkabi Kendalpayak-Malang, MK, 2005.

Biji mimba yang diekstrak dengan pelarut air (50 g/l) ditambah 0,5 ml perata/ha efektif menekan serangan tungau merah pada ubikayu dengan mortalitas 70% (Indiati 2004). Ekstrak air biji mimba 50 g/l dapat menekan kehilangan hasil kacang hijau akibat serangan hama penggerek polong *Maruca testulalis* sebesar

13-45% (Indiati 2007), dan terhadap hama Thrips sebesar 21,5% bila dibanding tanpa pengendalian (Indiati 2003).

Penyemprotan dengan serbuk biji mimba 50 g/l air efektif menurunkan populasi ulat grayak (*S. litura*) dan kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada tanaman kedelai varietas Burangrang, Kaba, Ijen, dan Anjasmoro. Pada perlakuan mimba masih dijumpai populasi predator laba-laba (Suharsono *et al.* 2007) (Gambar 3).



Gambar 3. Populasi ulat grayak, laba-laba (a), dan kutu kebul (b) pada penyemprotan insektisida kimia dan serbuk biji mimba. (Suharsono *et al.* 2007)

PENUTUP

Pestisida nabati adalah ramuan alami dengan bahan dasar dari tumbuhan yang digunakan untuk mengendalikan OPT. Senyawa dari tumbuhan dapat menimbulkan efek penghambat atau penolak makan, penolak peneluran, penghambat pertumbuhan dan perkembangan, serta kematian serangga. Pestisida nabati dapat dibuat dari daun, biji, rimpang, akar maupun batang tumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. 1989. Daya makan dan perkembangan ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada tanaman kedelai. hlm. 181-188. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Bogor, 17-18 Desember 1986. Buku 2 (Palawija). Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Budi Martono, Endang Hadipoentyanti, dan Laba Udarno. 2004. Plasma nutfah insektisida nabati. *Perkembangan Teknologi TRO XVI*(1):43-59.
- Dadang. 1999. Sumber insektisida alami. Bahan pelatihan pengembangan dan pemanfaatan insektisida alami. Bogor, 9-13 Agustus 1999. Hlm: 8-20.
- Duraimurugan, P. and A. Regupathy. 2005. Utilization of trap cropping, neem and nuclear polyhedrosis virus - a pest diversionary approach for the management of

- insecticide resistance of *Helicoverpa armigera* (Hubner) in cotton. Resistant Pest Management Newsletter 14(2).
- Hoesain, M. 2001. Aktivitas Biologis Ekstrak *Aglaia odorata* Lour Terhadap Larva *Crocidolomia binotalis* Zeller. Ringkasan Disertasi, Program Pasca Sarjana Univ. Airlangga, Surabaya. 40 hlm.
- Indiati, S.W. 2003. Hama Thrips pada kacang hijau dan komponen pengendaliannya. Buletin Palawija 5 & 6:36-42.
- Indiati, S.W. 2004. Pengaruh zat pelarut dan perata terhadap efektivitas biji benguang dan srikaya pada hama tungau. Kinerja penelitian mendukung agribisnis kacang-kacangan dan umbi-umbian. Pros. Puslitbangtan. Hlm 493-501.
- Indiati, S.W. 2007. Pengendalian hama penggerek polong pada pertanaman kacang hijau. Agrin. 11(2):138-142.
- Indiati, S.W. 2008. Efektifitas dan efisiensi penggunaan beberapa insektisida alami terhadap lalat kacang. Agritek 16(2): 206-214.
- Mordue (Luntz) A. J. and A. J. Nisbet. 2000. Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insects. An. Soc. Entomol. Brasil 29 (4):615-632.
- Prakash, A. and J. Rao. 1997. Botanical pesticides in agriculture. Lewis Publishers. Baco Raton, New York, London, Tokyo. 460 p.
- Singh, S.P. and R. N. Singh. 2005. Efficacy of some pesticides against spider mite, *Tetranychus urticae* Koch and its predatory mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans). Resistant Pest Management Newsletter 14(2).
- Suharsono, Muji Rahayu, Sri Hardaningsih, Wedanimbi Tengkanoo, Sri Wahyuni Indiati, Marwoto, Sumartini, Bedjo, dan Yuliantoro Baliadi. 2007. Perbaikan komponen teknologi pengendalian hama/penyakit terpadu (PHPT) pada tanaman kedelai. Lap. Akhir Tahun 2007. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian.

ROGUING DAN SORTASI PADA PROSES PRODUKSI BENIH

Suhartina, Gatut Wahyu Anggoro Susanto, dan Novita Nugrahaeni

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
E-mail: t_ina_suhartina@yahoo.com; nnugrahaeni@gmail.com

RINGKASAN

Benih dibedakan ke dalam empat kelas mutu, yaitu benih penjenis (BS), benih dasar (FS), benih pokok (BP), dan benih sebar (ES). Kualitas benih untuk masing-masing kelas benih harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Persyaratan mutu meliputi mutu genetik, mutu fisik, dan mutu fisiologis. *Roguing* dan sortasi bertujuan menjaga kemurnian, mutu genetik, dan mutu fisik benih. Agar dapat melakukan *roguing* dengan benar, maka harus memahami cara membedakan tipe simpang, waktu dan cara melakukan *roguing*, karakter morfologi dan agronomi kedelai.

Kata kunci : benih, *glycine max* L., *roguing*, sortasi

PENDAHULUAN

Teknik budidaya kedelai untuk tujuan konsumsi dan produksi benih pada prinsipnya sama kecuali pada adanya kegiatan pemeriksaan lapang. Pada budidaya untuk tujuan produksi benih selain mensyaratkan dilakukannya kegiatan pemeriksaan lapang juga harus dilakukan kegiatan sortasi benih. Tujuan pemeriksaan lapang adalah untuk mendapatkan benih yang memenuhi salah satu dari tiga aspek mutu benih yaitu mutu genetik. Sedangkan kegiatan sortasi selain untuk mendapatkan benih yang memenuhi aspek mutu genetik juga memenuhi mutu benih dari aspek fisik.

Aspek mutu genetik untuk menjamin bahwa benih yang dihasilkan secara genetik benar dan murni. Kemurnian varietas dilakukan dengan cara melakukan pemeriksaan lapang minimal tiga kali, yaitu fase juvenil, fase berbunga (R2), dan fase masak (R7-R8). Untuk melakukan pemeriksaan lapang diperlukan pemahaman deskripsi varietas, meliputi karakteristik morfologi, agronomi, dan karakter khusus.

Karakter morfologi penting yang dapat digunakan untuk menentukan kemurnian varietas kedelai antara lain: warna hipokotil, warna bunga, warna bulu, tipe tumbuh tanaman, tinggi batang, warna biji, warna hilum, serta penampilan secara keseluruhan dari masing-masing tanaman.

Aspek mutu fisik, meliputi keseragaman ukuran, kebernasan, kebersihan merupakan komponen syarat mutu benih yang harus dipenuhi dalam memproduksi benih bermutu. Dengan demikian pemahaman karakteristik varietas sangat diperlukan dalam produksi benih bermutu.

MUTU BENIH

Mutu benih adalah karakteristik atau kualitas suatu benih yang menunjukkan kemampuan untuk memenuhi standar yang di tentukan. Benih bermutu adalah benih yang mempunyai tingkat kemurnian tinggi dan mampu berkecambah dengan baik pada kondisi normal. Mutu benih dibedakan menjadi mutu fisik, mutu genetik, dan mutu fisiologis. Mutu fisik adalah mutu benih yang berkaitan dengan kondisi fisik benih seperti keutuhan biji, keseragaman warna, dan ukuran biji, serta kebersihan. Mutu genetik adalah mutu benih yang berkaitan dengan kebenaran jenis dan varietas yang dapat dinilai dari tingkat kemurnian campuran dengan jenis atau varietas lain. Mutu genetik ini yang menjamin karakteristik inheren dapat diekspresikan, dipertahankan, dan diturunkan ke tanaman berikutnya. Mutu fisiologis adalah mutu benih yang berkaitan dengan viabilitas dan daya kecambah benih.

Berdasarkan peraturan perundang-undangan dalam sistem perbenihan nasional (Peraturan Pemerintah No 44 Tahun 1995), dikenal empat kelas benih bersertifikat yaitu: (i) benih penjenis (*Breeder Seed*, BS), berlabel kuning, (ii) benih dasar (*Foundation Seed*, FS), berlabel putih, (iii) benih pokok (*Stock Seed*, SS), berlabel ungu, dan (iv) benih sebar (*Extension Seed*, ES), berlabel biru. Kualitas benih harus memenuhi standar mutu untuk masing-masing kelas benih yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Pemeliharaan mutu genetik untuk setiap kelas benih dilakukan sejak sebelum tanam (sumber benih dan lahan yang akan digunakan), dipertanaman, dan selama prosesing (Tabel 1). Campuran secara fisik khususnya selama prosesing merupakan masalah yang sering terjadi dan sulit untuk diatasi. Pemeliharaan mutu genetik di pertanaman dilakukan dengan melalui kegiatan roguing. *Rogue* (tipe simpang) adalah semua tanaman/tumbuhan yang tidak dikehendaki dalam produksi benih. *Rogue* bisa berasal dari campuran fisik benih varietas lain, tanaman lain, atau gulma. Tanaman terserang penyakit sebaiknya juga dibuang. Pada tanaman BS, pemeliharaan mutu genetik dilakukan dari tanaman-ke-tanaman dan dari benih-ke-benih selama prosesing.

ROGUING TANAMAN

Roguing adalah kegiatan pemeriksaan lapang untuk mengidentifikasi dan menghilangkan tanaman yang menyimpang. Tujuan *roguing* adalah untuk mempertahankan kemurnian dan mutu genetik suatu varietas.

Tabel 1. Tahapan pemeliharaan mutu genetik.

No	Tahap	Kegiatan dan indikator
1.	Sebelum tanam	Persiapan benih sebelum tanam. Indikator: keseragaman warna dan ukuran biji, warna hilum, dan bentuk biji.
2.	Pra panen (pemurnian di pertanaman)	Isolasi jarak Pemurnian atau pemeliharaan mutu genetik di pertanaman dilakukan dengan kegiatan <i>roguing</i> (membuang tipe simpang). Indikator : keseragaman warna hipokotil, warna dan umur bunga, warna bulu, tipe tumbuh, umur masak.
3.	Pasca panen (pemurnian pada saat prosesing benih)	Penjemuran, perontokan, dan pengepakan perlu memperhatikan kebersihan lantai jemur/alas dan wadah untuk menghindari pencampuran oleh benih varietas asing. Indikator: keseragaman warna dan bentuk biji dan hilum.

Cara membedakan tipe simpang dengan tipe normal

Karakteristik varietas dapat digunakan untuk mengenali dan mengidentifikasi tipe simpang. Produsen benih atau pelaksana *roguing* harus mengenali karakteristik varietas dengan baik, termasuk faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap karakter tersebut. Karakteristik varietas ini terdapat pada buku deskripsi varietas unggul kedelai (Balitkabi 2016) atau buku panduan *Roguing* (Suhartina *et al.* 2012). Buku Panduan *Roguing* memberikan informasi kepada produsen benih tentang tata cara mengidentifikasi tanaman simpang (*rogues*) dan tata cara *Roguing* (membuang tipe simpang) dalam produksi benih kedelai.

Karakter morfologi

Beberapa karakter tanaman kedelai yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kebenaran varietas adalah :

a. Bentuk daun.

Bentuk daun pada kedelai secara umum bisa dikelompokkan menjadi lancip, segitiga, oval, dan bulat (Gambar 1). Di Indonesia, sebagian besar varietas unggul kedelai memiliki bentuk daun oval dan belum ada varietas unggul yang memiliki bentuk daun bulat.

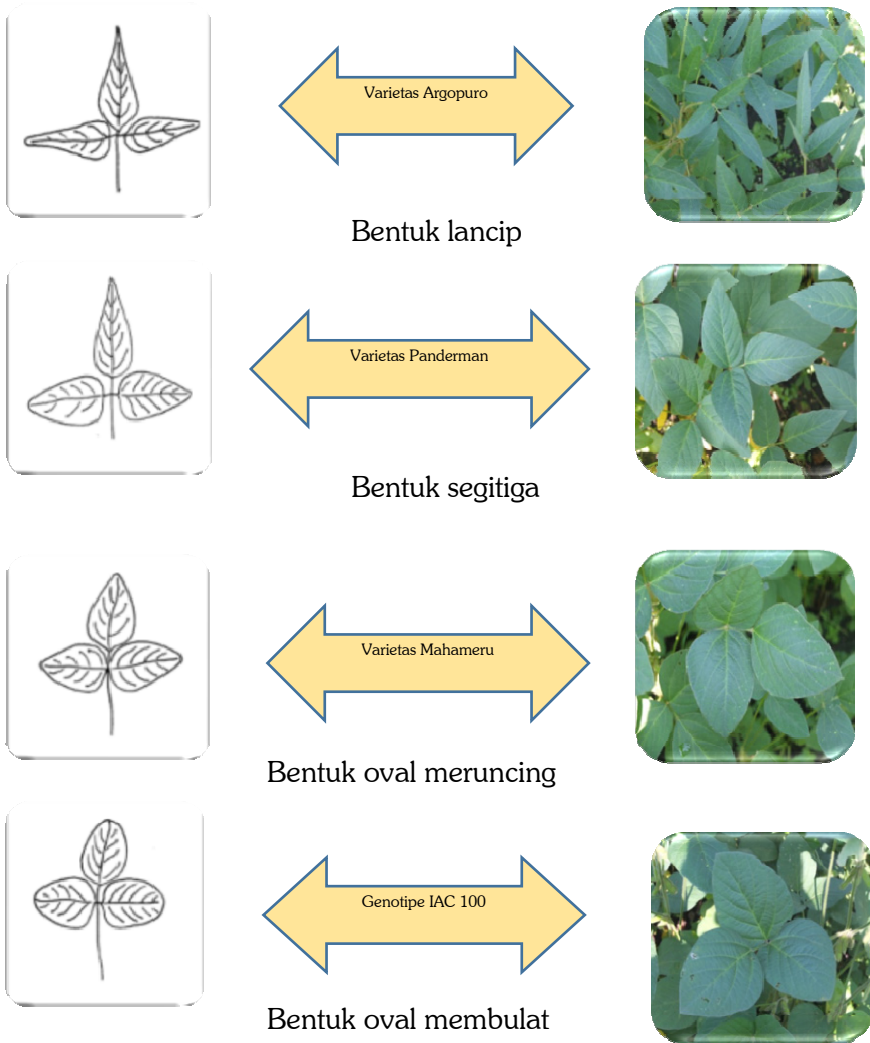
b. Warna hipokotil.

Kedelai hanya memiliki warna hipokotil hijau dan ungu. Hipokotil hijau akan diikuti dengan warna bunga putih, sedangkan hipokotil ungu akan diikuti warna bunga ungu. Diamati pada umur 10–15 hari pada bagian antara pangkal batang hingga daun keping.

c. Warna daun.

Warna daun pada kedelai dapat dibedakan menjadi hijau muda, hijau, dan hijau tua.

- d. Warna bunga.
Warna bunga kedelai hanya ada dua, yaitu putih dan ungu.
- e. Warna bulu.
Warna bulu pada kedelai terdiri dari putih, cokelat muda, dan cokelat tua.
- f. Warna kulit polong.
Warna kulit polong pada kedelai beragam dari krem sangat muda hingga cokelat tua.



Gambar 1. Ragam bentuk daun kedelai.

Waktu dan cara melakukan *roguing*

Roguing dilakukan secara berulang dan sistematis. *Roguing* pada tanaman kedelai dilakukan minimal tiga kali, yaitu pada fase juvenil (tanaman muda), fase berbunga, dan fase masak. Fase juvenil, fase berbunga, dan fase masak adalah fase-fase pertumbuhan tanaman kedelai yang sebaiknya diketahui oleh pelaksana *roguing* (Tabel 2 dan 3). *Roguing* yang dilakukan pada fase juvenil dengan mengenali dan membuang tanaman lain. Tipe simpang yang paling mudah dikenali dan harus dibuang adalah tanaman lain, tanaman tidak sehat, dan gulma.

Fase pertumbuhan kedelai

Tanaman kedelai mempunyai dua periode tumbuh, yaitu fase vegetatif dan fase generatif (Tabel 2 dan 3). Fase vegetatif dilambangkan dengan kode V diawali oleh fase VE yang disebut juga fase kecambah. Pada fase V1 daun tunggal dan daun berangkai tiga pada buku di atasnya telah berkembang penuh. Selanjutnya hanya buku-buku pada batang utama yang dihitung untuk penandaan stadia (Tabel 2). Meskipun pertumbuhan vegetatif berlanjut, fase-fase pertumbuhan tanaman setelah pembungaan lebih tepat jika dideskripsikan menggunakan struktur reproduktif.

Tabel 2. Deskripsi fase tumbuh vegetatif pada tanaman kedelai.

Kode fase	Fase tumbuh	Keterangan
VE	Kecambah	Tanaman baru muncul di atas tanah
VC	Kotiledon	Daun keping (kotiledon) terbuka dan dua daun tunggal di atasnya juga mulai terbuka
V1	Buku ke-1	Daun tunggal pada buku pertama telah berkembang penuh, dan daun berangkai tiga pada buku di atasnya telah terbuka
V2	Buku ke-2	Daun berangkai tiga pada buku kedua telah berkembang penuh, dan daun pada buku di atasnya telah terbuka
V3	Buku ke-3	Daun berangkai tiga pada buku ketiga telah berkembang penuh, dan daun pada buku keempat telah terbuka
V4	Buku ke-4	Daun berangkai tiga pada buku keempat telah berkembang penuh, dan daun pada buku kelima telah telah terbuka
Vn	Buku ke-n	Daun berangkai tiga pada buku ke-n telah berkembang penuh

Sumber : Fehr dan Cavinnes (1977)

Fase reproduktif diberi kode R diikuti angka 1-8. Fase reproduktif pertama adalah R1, fase ini ditandai dengan munculnya bunga pada batang utama. Fase-fase R berikutnya (R2-R8) ditandai oleh perkembangan polong dan biji seperti diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi fase tumbuh generatif pada tanaman kedelai.

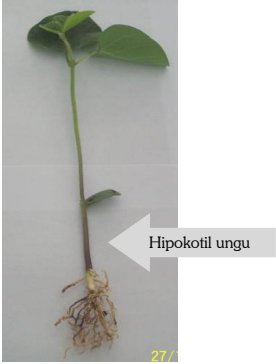
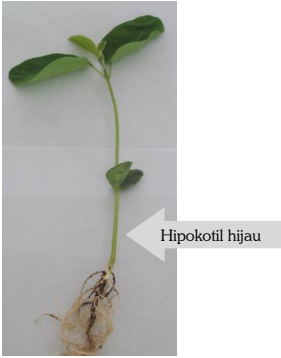
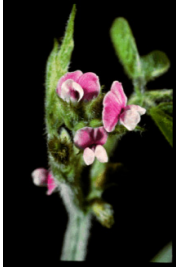

Kode fase	Fase tumbuh	Keterangan
R1	Mulai berbunga	Terdapat satu bunga mekar pada batang utama
R2	Berbunga penuh	Pada dua atau lebih buku batang utama terdapat bunga mekar
R3	Mulai pembentukan polong	Terdapat satu atau lebih polong sepanjang 5 mm pada batang utama
R4	Polong berkembang penuh	Polong pada batang utama mencapai panjang 2 cm atau lebih
R5	Polong mulai berisi	Polong pada batang utama berisi biji dengan ukuran 2 mm x 1 mm
R6	Biji penuh	Polong pada batang utama berisi biji berwarna hijau atau biru yang telah memenuhi rongga polong (besar biji mencapai maksimum)
R7	Polong mulai kuning, cokelat, matang	Satu polong pada batang utama menunjukkan warna matang (berwarna abu-abu atau kehitaman)
R8	Polong matang penuh	95% polong telah matang (kuning kecoklatan atau kehitaman)

Sumber : Fehr dan Cavinnes (1977)

Praktek pemeriksaan lapang

Ekspresi genetik karakter tanaman, dalam batas-batas tertentu, seringkali dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Fenomena itu menyebabkan munculnya keragaman, akibatnya kesesuaian karakter tanaman pada saat pemeriksaan lapang seringkali diragukan atau dianggap sebagai campuran (tidak murni). Pemeriksaan kebenaran varietas pada saat pemeriksaan lapang hendaknya tidak hanya didasarkan pada bagian-bagian tertentu, artinya jika pedoman karakteristik utama tidak bisa menjawab perbedaan varietas, maka dapat dialihkan dengan menggunakan kriteria lainnya. Misalnya, pemeriksaan pada fase juvenil (2-3 minggu), indikator utama adalah warna hipokotil, jika populasi tanaman berwarna ungu semua, maka dapat dipertimbangkan pada bentuk daun atau ukuran/ketegapan batang (Tabel 4 dan 5). Biji bulat berkecenderungan memiliki dua daun tunggal mendekati bulat, biji berukuran besar berkecenderungan memiliki dua daun tunggal berukuran relatif besar dan akan memiliki batang lebih besar dan kokoh. Karakteristik tanaman, polong dan biji beberapa varietas unggul kedelai dicantumkan pada Gambar 2-7.

Tabel 4. Fase dan karakter dalam pemeriksaan lapang.

<p>Fase juvenil/ tanaman muda</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pengamatan pada fase awal yang terbaik dilakukan pada saat tanaman berumur 10 - 15 hari. Karakter yang diamati adalah warna hipokotil. Kedelai hanya memiliki warna hipokotil hijau dan ungu. Hipokotil hijau akan diikuti dengan warna bunga putih sedangkan hipokotil ungu akan memiliki warna bunga ungu. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Hipokotil ungu</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Hipokotil hijau</p> </div> </div>
<p>Fase berbunga</p>	<p>Apabila pada fase juvenil belum mampu membedakan adanya campuran varietas lainnya, maka pengamatan dapat dilakukan lagi pada saat berbunga dengan mengamati:</p> <ul style="list-style-type: none"> Warna bunga. Bunga kedelai terdiri dari warna putih dan ungu. Kedelai yang hipokotilnya berwarna hijau akan mempunyai warna mahkota bunga putih, sedangkan yang mempunyai warna hipokotil ungu akan mempunyai warna mahkota bunga ungu. Warna ini terlihat jelas pada saat bunga mekar. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Bunga warna Ungu</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bunga warna Putih</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> Saat keluarnya bunga. Umur berbunga yang sangat menyimpang dari tanaman dominan dapat segera dibuang. Jika masih ragu, gunakan indikator lain diantaranya: <ul style="list-style-type: none"> Warna dan kerapatan bulu pada tangkai daun. Posisi dan bentuk daun. Bentuk daun seringkali cukup sulit untuk digunakan sebagai parameter penilai, yang penting adalah ketegapan batang dan posisi daun pada batang secara keseluruhan. Ketahanan terhadap penyakit. Diantara kedelai yang memiliki warna bunga putih, Galunggung dan Lokon peka terhadap penyakit virus, sehingga hal tersebut bisa digunakan sebagai indikator pembeda. Tinggi tanaman yang menyimpang.

Tabel 4. Fase dan karakter dalam pemeriksaan lapang (lanjutan).

Fase masak	Merupakan pemeriksaan lapang terakhir, didasarkan pada: <ul style="list-style-type: none"> • Warna kulit polong. Warna kulit polong masak adalah cokelat muda, cokelat, cokelat tua, dan cokelat kehitaman. Tanaman dengan warna polong masak menyimpang dibuang. • Ukuran polong. Polong kedelai diklasifikan menjadi ukuran besar, sedang, dan kecil. Tanaman dengan ukuran polong menyimpang dibuang. • Umur polong masak dan tinggi tanaman. Tanaman dengan umur masak polong dan tinggi tanaman yang menyimpang dibuang. • Tipe tumbuh. Tanaman dengan tipe tumbuh menyimpang dibuang.
------------	---

Tabel 5. Karakteristik varietas yang diamati pada saat roguing di pertanaman.

Varietas	Fase juvenil		Fase bunga			Fase masak		
	Warna hipokotil	Warna bunga	Umur bunga	Warna bulu	Bentuk daun	Warna polong	Umur masak	Tipe tumbuh
Grobogan	Ungu	Ungu	28-30	Cokelat	Oval	Cokelat	76	Determinit
Wilis	Ungu	Ungu	39	Cokelat tua	Oval	Cokelat tua	85-89	Determinit
Anjasmoro	Ungu	Ungu	35-39	Putih	Oval	Cokelat muda	82-92	Determinit
Argopuro	Hijau	Putih	32	Putih	Lancip	Cokelat tua	84	Determinit
Panderman	Hijau	Putih	33	Cokelat	Segitiga	Cokelat	85	Determinit
Gema	Ungu	Ungu	36	Cokelat muda	Oval	Cokelat	73	Determinit
Dega 1	Ungu	Ungu	31	Cokelat	Oval	Cokelat	75	Determinit
Argomulyo	Ungu	Ungu	35	Cokelat	Oval	Cokelat tua	80-82	determinit

SORTASI BENIH

Pemurnian benih pada tahap pascapanen dilakukan pada saat prosesing dan sortasi benih di gudang. Hal yang perlu diperhatikan pada saat prosesing (penjemuran, perontokan, dan pengepakan) adalah kebersihan lantai jemur/alas dan wadah untuk menghindari pencampuran oleh benih varietas asing. Sedangkan karakteristik benih yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam sortasi adalah warna biji, bentuk biji, dan warna hilum.

Warna kulit biji. Warna kulit biji kedelai terdiri dari kuning muda, kuning, kuning tua, kuning hijau, hijau kuning, cokelat muda, cokelat, cokelat tua, dan hitam

Warna hilum. Warna hilum kedelai terdiri dari putih, cokelat muda, cokelat, cokelat tua, dan cokelat kehitaman

Bentuk biji. Bentuk biji kedelai dapat dibedakan menjadi lonjong, bulat.

Contoh karakteristik biji pada beberapa varietas unggul kedelai yang dapat digunakan sebagai indikator sortasi benih disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik biji pada beberapa varietas unggul kedelai.

Varietas	Warna biji	Bentuk biji	Ukuran biji (g/100 biji)	Warna hilum
Grobogan	Kuning muda	Lonjong	18,0	Cokelat tua
Wilis	Kuning	Lonjong	10,0	Cokelat tua
Anjasmoro	Kuning	Lonjong	15,3	Kuning kecokelatan
Argopuro	Kuning	Bulat	17,8	Cokelat tua
Panderman	Kuning	Agak bulat	18-19	Cokelat tua
Gema 1	Kuning	Agak bulat	11,9	Cokelat
Dega 1	Kuning	Lonjong	22,9	Cokelat
Argomulyo	Kuning	Lonjong	16,0	Putih terang

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaki, A. 2002. Review Pemuliaan tanaman dalam industri perbenihan di Indonesia. Hal 1-6. *Dalam* E. Murniati *et al.* (Penyunting). *Industri Benih di Indonesia*. Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih. IPB, Bogor.
- Suhartina, Purwantoro, N. Nugrahaeni, dan A. Taufiq. 2012. *Panduan Roguing Tanaman dan Pemeriksaan Benih Kedelai*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 41 hlm.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 218 hlm.
- Fehr, W.R. and C.L. Cavinnes. 1977. Stages of soybean development. Special Report No. 80. Cooperative Extension Services Agric. And Home Econ. Exp. St. Iowa State Univ. of Sci. and Technol. Ames, Iowa.
- UPOV (Union Internationale Pour la protection des Obstentions Vegetables). 1998. *Guidelines for the Conduct of Test for Distinctness, Homogeneity, and Stability – Soya Bean*. UPOV, Genewa.



Hipokotil ungu



Epikotil



Bentuk daun pertama



Bentuk daun



Warna bulu coklat



Warna bunga ungu



Warna polong coklat



Warna dan bentuk hilum

Gambar 2. Karakteristik morfologi tanaman, polong dan biji varietas Grobogan.



Hipokotil ungu



Epikotil



Bentuk daun pertama



Bentuk daun



Warna bulu coklat tua



Warna bunga ungu



Warna polong coklat tua



Warna biji kuning



Warna dan bentuk hilum

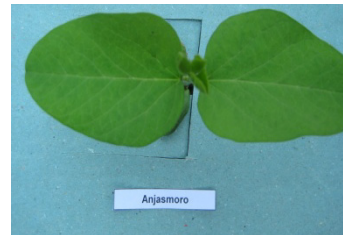
Gambar 3. Karakteristik morfologi tanaman, polong dan biji varietas Wilis.



Hipokotil ungu



Epikotil



Bentuk daun pertama



Bentuk daun



Wama bulu putih



Warna bunga ungu



Warna polong coklat muda



Warna biji kuning



Warna dan bentuk hilum

Gambar 4. Karakteristik morfologi tanaman, polong dan biji varietas Anjasmoro.



Hipokotil hijau



Epikotil



Bentuk daun pertama



Bentuk daun



Warna bulu coklat



Warna bunga putih



Warna polong coklat



Warna biji kuning



Warna dan bentuk hilum

Gambar 5. Karakteristik morfologi tanaman, polong dan biji varietas Panderman.



Hipokotil ungu



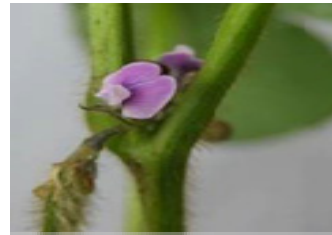
Epikotil



Bentuk daun pertama



Bentuk daun



Warna bulu coklat



Warna bunga ungu



Warna polong coklat



Warna biji kuning muda



Warna dan bentuk hilum

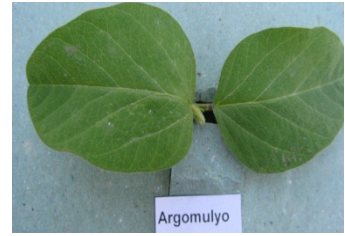
Gambar 6. Karakteristik morfologi tanaman, polong dan biji varietas Gema 1.



Hipokotil ungu



Epikotil



Bentuk daun pertama



Bentuk daun



Warna bulu coklat



Warna bunga ungu



Warna polong coklat tua



Warna biji kuning



Warna dan bentuk hilum

Gambar 7. Karakteristik morfologi tanaman, polong dan biji varietas Argomulyo

TEKNOLOGI PASCAPANEN BENIH KEDELAI

I. K. Tastra

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

E-mail: iктаstra@yahoo.com

RINGKASAN

Penanganan pascapanen benih kedelai adalah tahapan kegiatan yang dimulai sejak pemanenan sampai siap disimpan atau dipasarkan. Susut mutu/viabilitas benih kedelai dalam penanganan pascapanen mencapai 2,5-8,0%. Tujuan penanganan pascapanen benih kedelai adalah menjaga viabilitas benih kedelai supaya tetap sama seperti pada waktu panen dan mengurangi kehilangan hasil pada semua proses kegiatan yang dilakukan (panen, pengeringan, perontokan, dan penyimpanan). Salah satu aspek penting dalam penanganan benih kedelai adalah perontokan dan pengeringan. Ketahanan terhadap beban mekanis dan panas antarvarietas kedelai berbeda. Umumnya varietas kedelai berbiji kecil-sedang lebih tahan terhadap beban mekanis dan deraan suhu dibandingkan varietas kedelai berbiji besar. Putaran mesin perontok yang optimal untuk kedelai ukuran biji besar adalah 400-450 rpm, sedangkan untuk kedelai ukuran biji kecil adalah 400-500 rpm. Suhu pengeringan untuk kedelai ukuran biji besar adalah 40-45 °C, dan untuk kedelai ukuran biji kecil-sedang adalah 45-50 °C. Pada makalah ini disampaikan informasi praktis teknologi pascapanen benih kedelai, yang diharapkan dapat diterapkan di tingkat penangkar/produsen benih, untuk mendapatkan benih kedelai sesuai standar mutu yang ditetapkan pemerintah.

Kata kunci: benih, kedelai, pascapanen

PENDAHULUAN

Kehilangan hasil kedelai yang dipanen pada kadar air tinggi (30-40%) sebesar 15,5%, sedangkan yang dipanen pada kadar air rendah (17-20%) sebesar 10%. Disamping kehilangan hasil secara fisik (kuantitas), susut mutu/viabilitas (kualitas) benih kedelai dalam penanganan pascapanen juga cukup tinggi, 2,5-8,0% (Purwadaria, 1989). Hal ini karena benih kedelai mudah rusak dan cepat turun daya tumbuhnya, sehingga memerlukan cara penanganan yang cepat, tepat dan teliti. Oleh karena itu, tujuan teknologi penanganan pascapanen kedelai adalah menjaga viabilitas benih kedelai supaya tetap sama mendekati seperti pada waktu panen dan mengurangi kehilangan hasil pada kegiatan prosesing (panen, pengeringan, perontokan, sortasi, dan penyimpanan).

Penanganan pascapanen kedelai adalah tahapan kegiatan yang dimulai sejak pemanenan sampai siap disimpan atau dipasarkan. Teknologi penanganan pascapanen kedelai membantu mengurangi kehilangan hasil dan mempertahankan viabilitas benih kedelai (mendekati viabilitas seperti pada saat panen) sehingga didapat harga jual yang tinggi.

Kegiatan penanganan pascapanen kedelai umumnya dilakukan oleh petani, kelompok tani, koperasi, penangkar benih dan pedagang pengumpul. Kegiatan tersebut didukung oleh berbagai lembaga dalam masyarakat (Penyuluh pertanian, Lembaga Penelitian /Perguruan Tinggi, Industri Pangan, Industri Peralatan Bengkel Lokal, Penjual Jasa Alsintan) dan kebijakan pemerintah (perkreditan, pelatihan, harga jual kedelai dll) yang dalam satu kesatuan dapat disebut sebagai **Sistem Penanganan Pascapanen Kedelai**. Dalam perspektif pendekatan sistem, sinergi antara komponen/pelaku sangat menentukan tercapainya tujuan sistem penanganan pascapanen benih kedelai. Hal ini sangat diperlukan, sejalan dengan upaya pemerintah untuk mencapai swasembada kedelai.

SAAT DAN CARA PANEN

Saat Panen

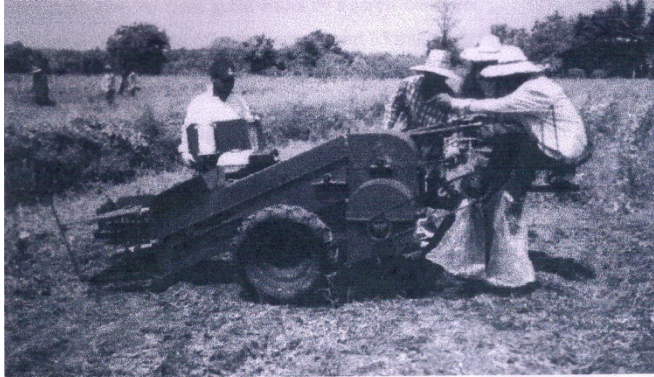
- Panen kedelai hendaknya dilakukan pada saat mutu fisiologi benih maksimal, atau sekitar 95% polong telah berwarna coklat (warna polong masak) dan sebagian besar daun sudah rontok (Harnowo *et al.* 2007).
- Umur tanaman kedelai (sesuai dengan deskripsi varietas) dapat juga dijadikan pedoman saat panen yang optimal. Keragaman umur panen disebabkan antara lain oleh perbedaan musim tanam, tinggi tempat, suhu udara, dan ketersediaan air. Umur panen kedelai secara taksonomik *thermal* adalah, umur genjah (1022 ± 24 hingga 1049 ± 14 , *degree-days*), umur tengahan (1073 ± 13 hingga 1081 ± 12 , *degree-days*) dan umur dalam (1154 ± 33 hingga 1184 ± 57 , *degree-days*) (Suwasik Karsono 1984).
- Untuk mendapatkan mutu benih yang baik, memperkecil risiko pecahnya polong di lapang, serta menghindari benih bercendawan, panen kedelai sebaiknya dilakukan segera setelah kadar air biji di bawah 18%.

Cara Panen

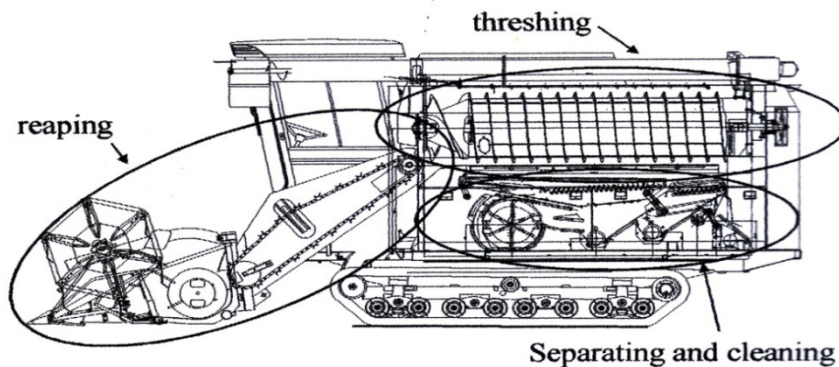
- Dengan sabit tajam atau bergerigi dengan memotong pangkal batang. Cara panen ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan cara dicabut, karena cepat, dapat diterapkan pada kondisi kering maupun basah, *Rhizobium* tetap tertinggal dalam tanah dan brangkas bersih dari tanah. Untuk pemanenan seluas 100 meter persegi, panen dengan sabit bergerigi, sabit biasa, dan dicabut membutuhkan waktu berturut-turut 40, 60, dan 90 menit (Soemardi dan Ridwan Thahir 1985).
- Menggunakan alat panen dengan penggerak traktor tangan Model Thailand

(Gambar 1a), yang kapasitasnya sekitar enam kali dari cara panen secara manual (Rojanasaroj *et al.* 2003). Namun demikian, penerapannya di Indonesia masih perlu dikaji.

- Menggunakan *Combine* dimana proses pemotongan batang kedelai, perontokan kedelai brangkas dan pembersihan dilakukan dalam satu kesatuan (Gambar 1b). Hal ini sangat memungkinkan karena saat biji kedelai telah kering di batangnya, kadar airnya kurang dari 14-16 %. (Sumarno 1997). Untuk kondisi iklim di Indonesia, kadar air biji saat panen umumnya >16% sehingga pemanenan menggunakan *Combine* kurang sesuai.



Gambar 1a. Alat panen kedelai dengan penggerak traktor tangan Model Thailand.



Gambar 1b. Sketsa fungsi-fungsi utama suatu alat panen *Combine*.

PENGERINGAN KEDELAI

Tujuan Pengeringan

Tujuan pengeringan kedelai adalah:

- Menurunkan kadar air biji kedelai hingga mencapai 17–20% untuk memudahkan proses perontokan kedelai brangkas.
- Menurunkan kadar air biji kedelai hasil perontokan, dari 17-20% menjadi

11% agar memenuhi standar mutu benih kedelai di Indonesia (Departemen Pertanian 2007).

Peran Pengeringan

- Menyelamatkan kedelai hasil panen agar biji tidak rusak dan memenuhi standar mutu benih (Departemen Pertanian 2007).
- Kedelai brangkasan hasil panen secara biologis masih hidup dan tetap melakukan respirasi sehingga biji kedelai mudah rusak jika dikumpulkan dalam tumpukan selama penundaan proses pengeringan. Penundaan proses pengeringan menyebabkan susut mutu 4%, dan susut tercecer 6% (Purwadaria 1989).

Respirasi adalah proses oksidasi atau pembakaran senyawa organik di dalam sel menghasilkan karbon dioksida (CO₂), uap air (H₂O), dan kalori (panas).



Kedelai brangkasan dalam tumpukan terus melakukan respirasi. Uap air yang dihasilkan meningkatkan kelembaban tumpukan dan mendorong tumbuhnya jamur, sehingga biji kedelai yang dihasilkan berwarna kusam. Panas (kalori) yang dihasilkan akan meningkatkan suhu tumpukan kedelai brangkasan menyebabkan proses metabolisme (biokimia) dalam biji kedelai berjalan cepat dan biji kedelai menjadi berkecambah, rusak sehingga bermutu jelek. Untuk mengurangi kecepatan respirasi dapat dilakukan dengan cara mencegah aktivitas enzim dalam kedelai melalui pengeringan.

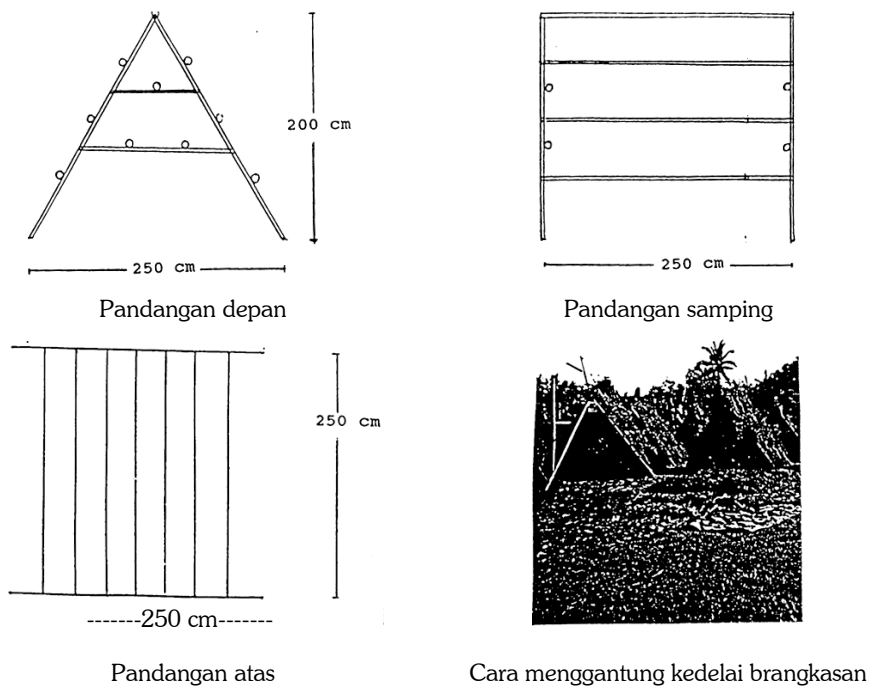
Teknik Pengeringan

- Pengeringan dapat dilakukan dengan cara melewatkan udara panas dan kering ke dalam tumpukan kedelai brangkasan sampai kadar air siap di-rontok, atau ke dalam tumpukan biji sampai kadar air biji siap disimpan.
- Dengan cara penjemuran dengan sinar matahari.
- Dengan mesin pengering buatan (*artificial dryer*). Mesin pengering beragam jenis, namun pada umumnya yang digunakan jenis *box dryer* (Pengering tipe bak).
- Jika panen pada musim hujan dan tidak memiliki mesin pengering (*dryer*) sedangkan intensitas sinar matahari sangat rendah, maka kedelai brangkasan dapat diselamatkan dengan cara menghamparkan setipis mungkin (tebal 10 cm) dalam suatu bangsal yang dapat dibuat dari atap terpal/plastik. Dengan cara ini kedelai brangkasan diharapkan cukup mendapatkan aerasi secara alami.

Pengering Kedelai Brangkasan

Beberapa alat pengering yang dapat dianjurkan bila panen kedelai pada musim hujan adalah sebagai berikut:

- Pengering Tipe Rak dapat digunakan menggantung ikatan brangkasan kedelai (berat per ikat 1,5-2,0 kg) pada rak bambu yang kapasitasnya mencapai 200-250 kg (Gambar 2). Penggunaan pengering tipe rak dapat mengurangi biji rusak dari 8,7% menjadi 1,6%, dan meningkatkan kapasitas pengeringan dari 14,2 kg/m² menjadi 32 kg/m² dibandingkan dengan menggunakan lantai jemur semen (Thahir 1993).
- Kinerja alat pengering tipe rak dapat ditingkatkan dengan menambah unit energi pengering yang mampu memasok udara pengering suhu 65-75 °C, pada laju aliran udara 1172 m³/jam (Gambar 3a). Cara tersebut menghemat waktu pengeringan sehari dibanding cara petani, dengan daya tumbuh benih mencapai 90% (Patriyawaty dan Tastra 2011).
- Bangsal pengering yang menggunakan energi surya dan sekam (Gambar 3b). Bangsal pengering berukuran 15 m x 20 m mempunyai kapasitas 8,4 ton kedelai brangkasan, dan butuh waktu 51 jam untuk mengeringkan brangkasan kedelai dari kadar air 61% basis basah (bb) menjadi 17% bb pada suhu udara pengering 50-75 °C (Tastra *et al.* 2002).



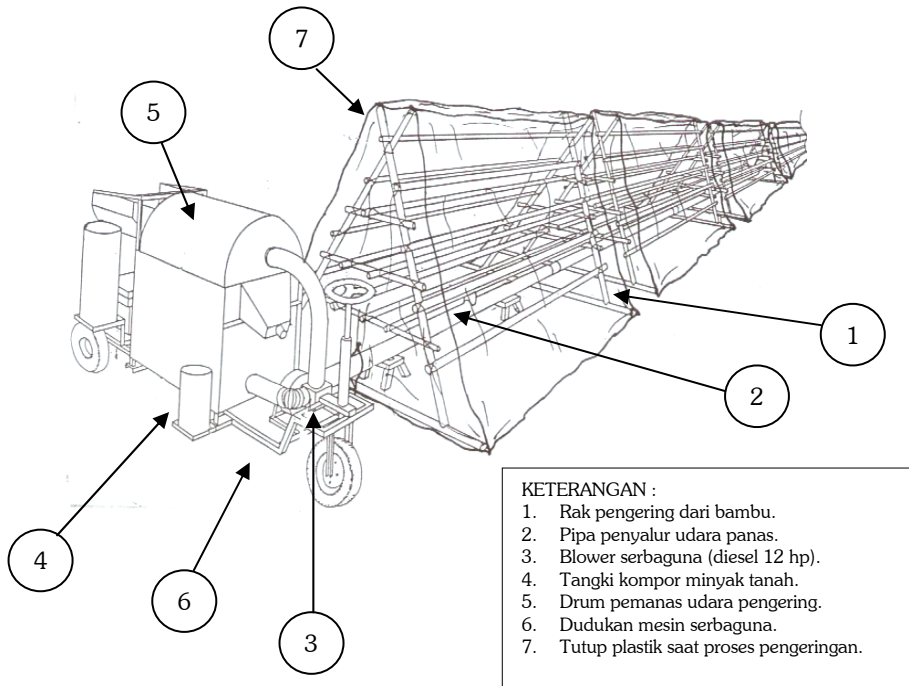
Gambar 2. Sketsa alat pengering tipe rak untuk pengeringan kedelai brangkasan.

Prosedur kerja pengering tipe rak (Gambar 3a):

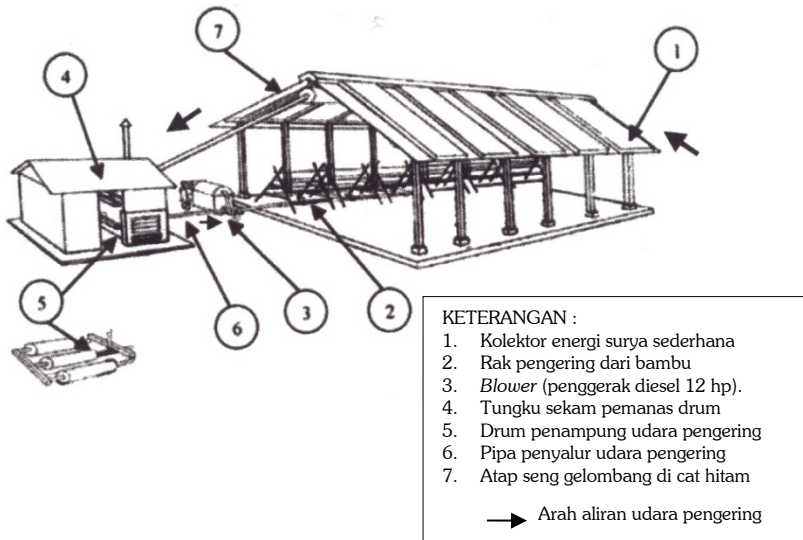
1. Siapkan rak pengering dari bambu untuk menggantung kedelai brangkasan yang telah diikat.
2. Pasang penyalur udara pengering dari unit energi pengering.
3. Pada saat panen, kedelai brangkasan langsung diikat dengan ukuran seenggam tangan, kemudian disusun dalam rak pengering.
4. Tutup rak pengering dengan plastik, dengan bagian atas rak di kiri dan kanan diberi lubang pengeluaran udara lembab akibat dari penguapan air dari kedelai brangkasan.
5. Hidupkan kompor gas pada unit energi pengering sehingga suhu udara di dalam unit pengering mencapai 90 °C.
6. Hidupkan mesin penggerak *blower* pada putaran mesin normal (700-800 rpm).
7. Atur suhu pengeluaran *blower* yang akan masuk ke masing-masing rak pengering hingga mencapai suhu 65-75 °C, dengan cara mengatur besar kecilnya pemasukan udara dingin ke unit energi pengering.
8. Lakukan pengeringan pada suhu tinggi selama dua jam untuk mempercepat proses pengeringan kadar air bebas yang masih terkandung di dalam kulit polong.
9. Buka tutup plastik dan matikan kompor, biarkan *blower* tetap hidup selama 15 menit selama lima hari untuk mendinginkan kedelai brangkasan. Pada hari ke lima kedelai brangkasan siap untuk dirontok.

Prosedur kerja pengering tipe bak (Gambar 11a):

1. Siapkan bak pengering dengan unit energi pengering (seperti yang digunakan pada pengering tipe rak).
2. Masukkan kedelai brangkasan tanpa diikat kedalam bak pengering (kapasitas 900-1000 kg).
3. Hidupkan kompor gas LPG pada unit energi pengering sehingga suhu udara di dalam unit energi pengering mencapai 90 °C.
4. Hidupkan mesin penggerak *blower* pada putaran mesin normal (700-800 rpm).
5. Cek suhu di dalam plenum hingga mencapai suhu 50–60 °C untuk pengeringan cepat selama 3 jam. Kemudian lanjutkan pengeringan pada suhu 45–55 °C selama 7 jam; dengan cara mengatur besar kecilnya pemasukan udara dingin ke unit energi pengering.
6. Setelah 10 jam, matikan kompor pada unit energi pengering sementara *blower* dibiarkan hidup selama 30 menit untuk mendinginkan kedelai brangkasan sebelum siap dirontok langsung.



Gambar 3a. Pengering kedelai brangkasan tipe rak yang disinergikan dengan unit penjualan jasa energi pengering (Alsintan).



Gambar 3b. Bangsal pengering kedelai brangkasan energi surya dan sekam untuk pengeringan kedelai saat panen musim hujan.

PERONTOKAN KEDELAI

Perontokan dapat dilakukan secara manual maupun menggunakan mesin perontok. Umumnya varietas kedelai berbiji kecil/sedang lebih tahan terhadap gaya impak dibandingkan dengan varietas kedelai berbiji besar. Untuk itu, putaran mesin perontok untuk kedelai berbiji besar harus lebih kecil (400-450 rpm) dari kedelai berbiji kecil (450-500 rpm).

Perontokan Secara Manual

Perontokan secara manual dapat menggunakan alat tongkat rotan atau cabang kayu (Gambar 4). Perontokan cara manual membutuhkan tenaga 20 orang/ha, susut tercecer mencapai 7% (Purwadaria 1989), biji pecah 3,7% (lebih tinggi dibandingkan menggunakan mesin perontok, 0,4–2%) (Gambar 8).

Perontokan dengan *Thresher*

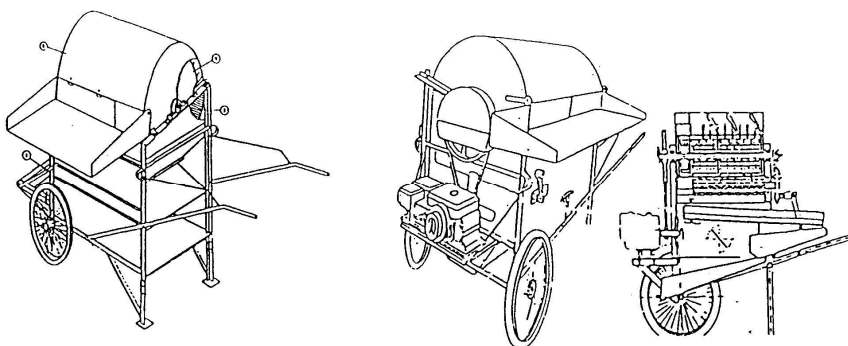
Penggunaan mesin perontok (Gambar 5) meningkatkan kapasitas kerja 300–500 kg/jam (Gambar 6) pada tingkat kadar air biji 14,3% susut tercecer 0,8-1,7% (Gambar 7). Jika perontokan dilakukan pada kadar air biji 23,4% kapasitas menjadi berkurang dan susut tercecer meningkat. Kadar air optimum untuk perontokan kedelai brangkasan 17–20% (Purwadaria 1993).

Prosedur mengoperasikan mesin perontok:

1. Siapkan alas untuk proses perontokan agar biji kedelai tidak banyak yang tercecer.
2. Letakkan mesin sedemikian rupa sehingga batang kedelai terlempar keluar alas dan benih kearah tengah-tengah alas.
3. Susun kedelai brangkasan dekat dengan mesin perontok agar memudahkan pengumpanan ke dalam mesin secara bergantian dengan menggunakan dua orang operator.
4. Hidupkan mesin pada putaran silinder 400-450 rpm untuk kedelai ukuran biji besar dan pada putaran silinder 450-500 rpm untuk kedelai ukuran biji kecil.
5. Kedelai brangkasan siap diumpankan ke dalam mesin, sampai semuanya habis terontok.
6. Hasil perontokan kedelai brangkasan dengan mesin perontok umumnya masih bercampur dengan kotoran (Gambar 9a), oleh karena itu lakukan pembersihan. Pembersihan benih kedelai bisa menggunakan alat pembersih tipe Balitkabi yang merupakan bagian komponen pembersih dari alat sortasi benih (Gambar 9b).

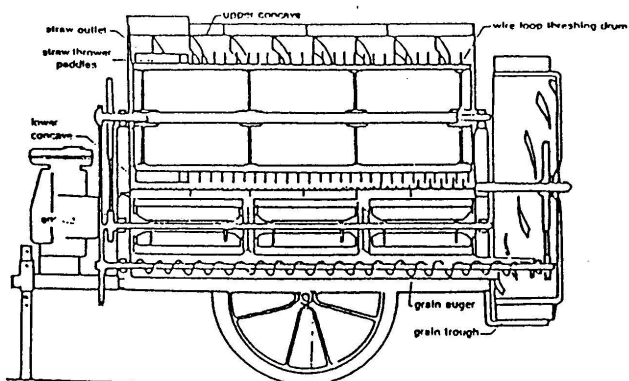


Gambar 4. Perontokan kedelai secara manual.



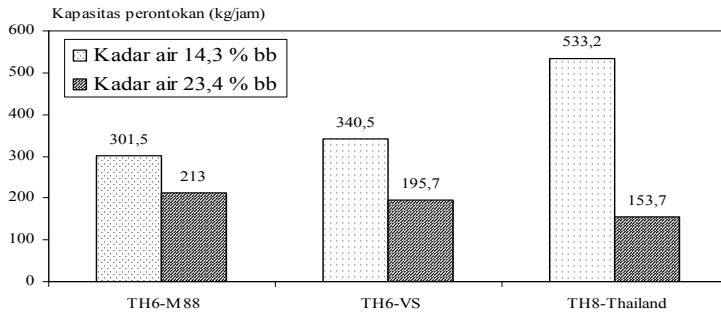
TH-M88

TH6-VS-Oryza

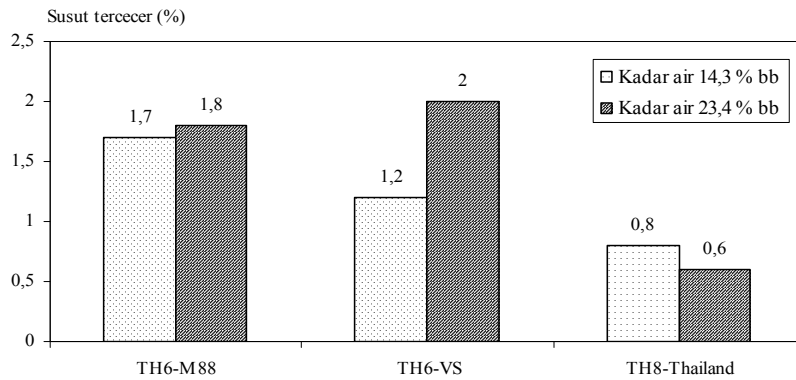


TH6-Thailand

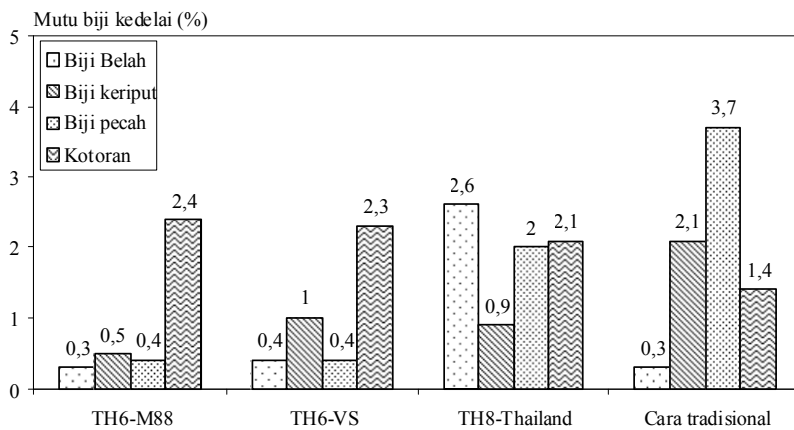
Gambar 5. Beberapa tipe mesin perontok kedelai.



Gambar 6. Kapasitas mesin perontok pada dua tingkat kadar air.



Gambar 7. Persentase susut tercecer pada perontokan kedelai dengan Mesin perontok (Susut dengan cara tradisional 5,7%).



Gambar 8. Mutu hasil perontokan kedelai pada tingkat kadar air biji 14,3%.



Gambar 9a. Alat perontok kedelai yang dioperasikan penjual jasa Alsintan.

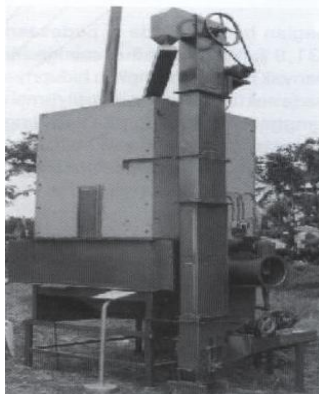


Gambar 9b. Alat Pembersih Benih Kedelai Tipe Balitkabi (Tastra *et al.* 2011).

PENGERINGAN BENIH KEDELAI

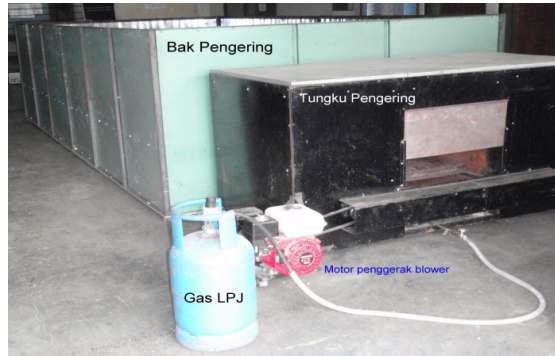
Kadar air biji kedelai hasil perontokan (17–20%) masih perlu dikeringkan sampai kadar air aman untuk penyimpanan (9–12%), khususnya untuk tujuan benih.

- Dengan alat pengering resirkulasi untuk biji-bijian (Gambar 10), mengeringkan biji kedelai secara bertahap sehingga mutu dan kadar airnya lebih seragam (Thahir *et al.* 2001). Sumber panas alat pengering ini adalah kompor minyak tanah otomatis dengan tingkat konsumsi bahan bakar 1-2 galon/jam (1 galon = 3,78 l). Mesin pengering ini menggunakan dua unit motor listrik untuk menggerakkan *conveyor* (0,12 kW/1.400 rpm) dan elevator (0,55 kW/1.400 rpm). Analisis biaya dengan asumsi: harga alat Rp 20.000.000/unit, umur ekonomi 5 tahun, bunga bank 16%/tahun, nilai faktor perbaikan alat 0,05, harga minyak tanah Rp 600/l, jasa pengeringan alat Rp 375/kg, jumlah operator 4 orang, upah operator Rp 20.000/orang /hari, jam kerja alat 10 jam/hari, hari kerja alat 30 hari/tahun, kapasitas alat 2.000 kg/operasi menunjukkan bahwa biaya pokok pengeringan Rp 305.085 setiap kali operasi dengan keuntungan Rp 750.000 dan B/C = 2,46. Aplikasi alat ini sesuai untuk tingkat KUD, karena memerlukan daya listrik 2070 watt yang jarang dimiliki petani perorangan.
- Alat pengering tipe bak dengan sumber energi gas LPG (Gambar 11a). Untuk mengeringkan 260 kg biji kedelai (diperoleh dari 1 ton kedelai brangkas) kadar air 20% hingga 11% dibutuhkan waktu 6 jam, sehingga kapasitasnya 43 kg/jam. Pada tingkat suhu udara pengering 45,5 °C, daya tumbuh benih kedelai yang dikeringkan dengan alat pengering 73-84 %, masih memenuhi standar mutu benih sebar (minimum 70%). Dengan harga alat Rp 22 juta/unit dan ongkos jasa pengeringan Rp 2.600/kg biji, diperoleh nisbah keuntungan dengan biaya pengeringan (B/C)= 1,12. Kesimpulannya secara teknis dan finansial PKDBG-Balitkabi dengan sumber energi gas LPG cukup layak diterapkan di penangkar benih kedelai (Tastra dan Patriyawaty 2010).

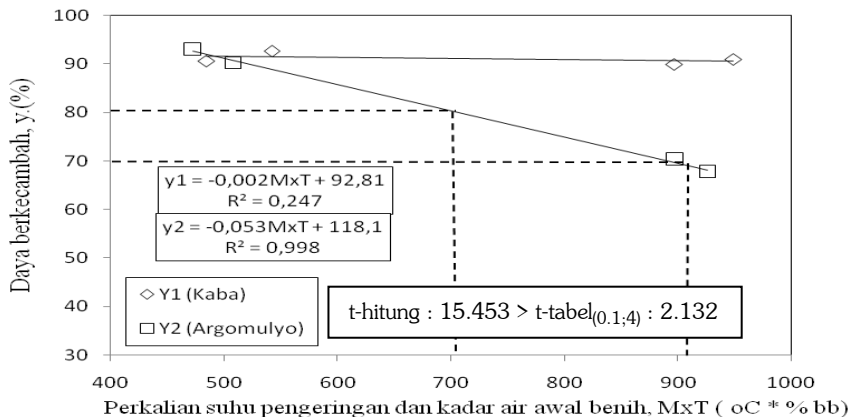


Gambar 10. Alat pengering resirkulasi untuk biji-bijian model BBAP.

Dalam pengoperasian alat pengering benih kedelai perlu diperhatikan ketahanan terhadap deraan suhu pengeringan. Hal ini karena adanya perbedaan sifat fisik dan *thermal* biji kedelai untuk varietas yang berbeda (Hermawan 2005). Sebagai contoh, untuk mencapai standar mutu benih sebar (daya tumbuh 70%) suhu optimum pengeringan benih kedelai varietas Kaba lebih besar (50–55 °C) dibandingkan dengan varietas Argomulyo (50,4 °C) (Patriyawaty dan Tastra 2010) (Gambar 11b).



Gambar 11a. Pengering benih kedelai dengan sumber energi pengering gas LPG.



Gambar 11b. Uji homogenitas laju penurunan daya berkecambah benih kedelai varietas Kaba dan Argomulyo, sebagai fungsi kadar air awal benih (M) dan suhu pengeringan (T).

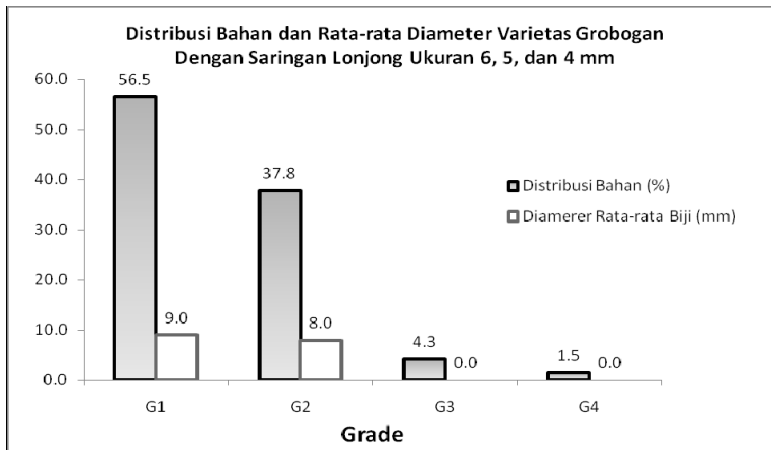
SORTASI BENIH KEDELAJ

Sortasi benih kedelai secara manual (menampi dan menyilir searah hembusan angin) membutuhkan waktu lama dan mahal. Biaya sortasi benih kedelai sekitar Rp 550/kg dengan kapasitas 40 kg/hari tenaga wanita, sedang untuk benih kedelai konsumsi sekitar Rp 150/kg (Ana *et al.* 2001).

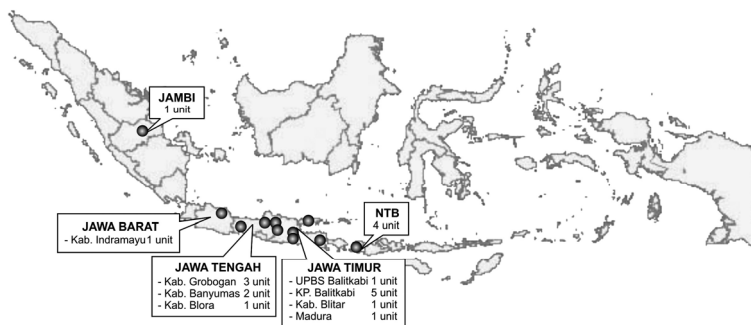
Untuk meningkatkan kapasitas sortasi dan mutu benih kedelai dapat menggunakan mesin sortasi tipe saringan lonjong model Balitkabi (Gambar 12a) (Tastra *et al.* 2011). Kapasitas alat sortasi benih kedelai dengan menggunakan tipe saringan lonjong mencapai 500 kg input benih/jam. Kelas mutu benih dengan tipe saringan lonjong lebih banyak dibandingkan dengan tipe saringan bulat (Gambar 12b). Pada tingkat harga alat Rp 16 juta/unit, secara finansial *Grader* Balitkabi masih mempunyai prospek cukup besar diterapkan di tingkat penangkar benih kedelai; dengan biaya pokok pengoperasian alat (BP) sebesar Rp 54/kg; titik impas (BEP) sebesar 107 t/tahun; waktu pengembalian modal (PBP) selama 7,2 bulan; nilai keuntungan (NPV) selama lima tahun umur ekonomis alat sebesar Rp 64,9 juta; nisbah keuntungan dengan biaya (B/C) sebesar 1,59 dan tingkat pengembalian modal (IRR) sebesar 179,7%. Disamping itu mempunyai prospek diterapkan dalam bentuk penjualan jasa penyortiran, agar benih kedelai yang dihasilkan petani mutunya sama dengan mutu kedelai impor utamanya dari keseragaman ukuran (diameter) benih. Sejak tahun 2012, 20 unit *Grader* Balitkabi telah didesiminasikan ke beberapa penangkar benih kedelai di Indonesia, utamanya yang di Jawa dan NTB serta UPBS Balitkabi (Gambar 12c) (Tastra 2017).



Gambar 12a. Alat Sortasi Benih Kedelai Tipe Balitkabi (Tastra *et al.* 2011).



Gambar 12b. Pola distribusi bahan dan rata-rata diameter biji kedelai varietas Grobogan menggunakan saringan lonjong (G1 : biji yang diameter > 6 mm; G2 : biji diameter \leq 6 mm dan > 5 mm; G3 : biji diameter \leq 5 mm dan > 4 mm, G4 : biji diameter \leq 4 mm).



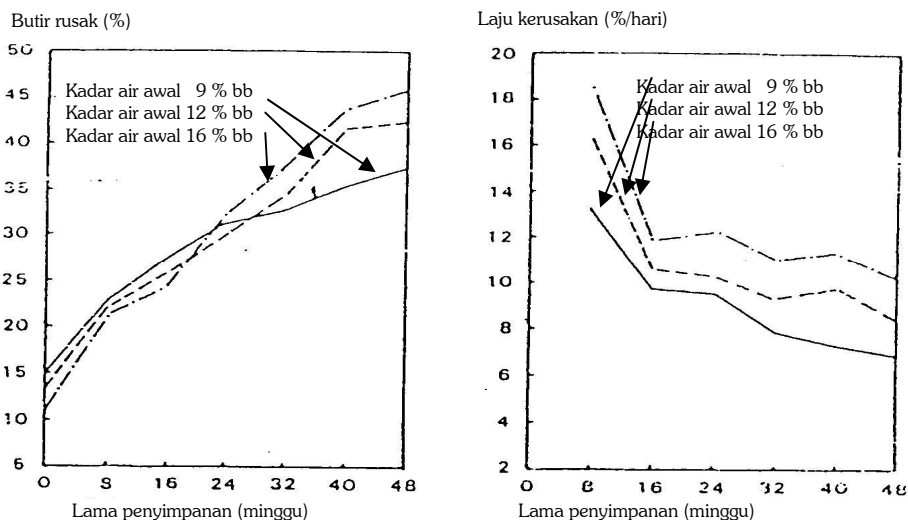
Gambar 12c. Peta diseminasi Grader Balitkabi pada beberapa sentra produksi kedelai di Indonesia sejak tahun 2012.

PENYIMPANAN BENIH KEDELAI

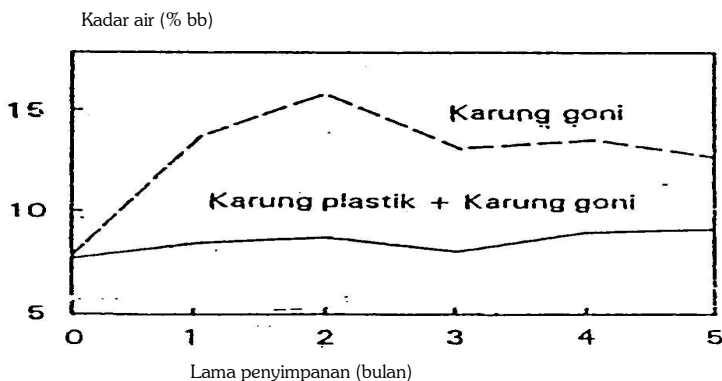
Teknik Penyimpanan

- Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan terdiri dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal mencakup sifat genetik, daya tumbuh dan vigor, kondisi kulit dan kadar air awal benih. Faktor eksternal antara lain kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan (Copeland dan Mc. Donald 1985). Kadar air awal dan bahan kemasan merupakan kombinasi yang baik dalam mempertahankan

kan kadar air dan memperkecil tingkat kerusakan benih selama penyimpanan (Gambar 13 dan 14). Benih kedelai yang dimasukkan kedalam kantong plastik kemudian dibungkus dengan karung goni, pada kadar air awal 7-8% tidak berubah selama 5 bulan penyimpanan dibandingkan dengan yang dimasukkan kedalam karung goni. Disamping itu, benih kedelai yang disimpan pada kadar air benih 9-12% mengalami laju kerusakan lebih kecil dibandingkan dengan yang disimpan pada kadar air awal 16% (Sudaryono 1982 dalam Soemardi dan Ridwan Thahir 1985).



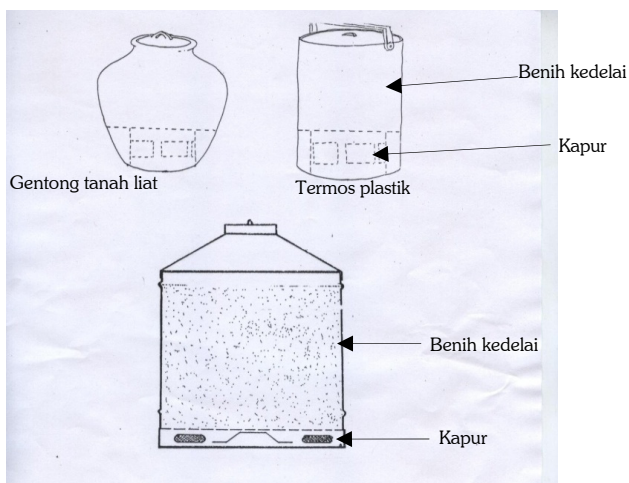
Gambar 13. Kerusakan kedelai yang disimpan pada 3 tingkat kadar air awal selama 48 minggu.



Gambar 14. Perubahan kadar air benih kedelai selama penyimpanan.

- Benih dengan kadar air awal 10% dapat mempertahankan viabilitas benih sebesar 90% hingga lama penyimpanan 120 bulan (Justice dan Bass 1978 dalam Leopold dan Vertuci 1989).

- Selain menggunakan kantong plastik (isi 5 kg) dan karung glangsi (isi 25 kg), penyimpanan benih kedelai untuk tujuan benih di tingkat petani dapat menggunakan beberapa wadah sederhana (Gambar 15). Semua wadah diberi alas “seng” yang dilubangi secukupnya dengan paku seukuran setengah diameter benih kedelai. Di bawah alas diberi kantong-kantong berisi kapur hidup yaitu bongkahan kapur yang masih kuat menyerap air, atau abu sekam padi kering yang warnanya keputih-putihan. Kain bahan kantong tersebut sebaiknya dari “cita” yang berlubang-lubang kasar. Setiap bulan isi kantong perlu diganti, guna mengefektifkan penyerapan uap air yang dihasilkan dari benih kedelai simpan (Purwadaria 1989). Kapasitas penyimpanan benih kedelai dengan menggunakan gentong, termos dan kaleng pedaringan adalah sebesar 50 kg, 10-15 kg, dan 200 kg (Purwadaria 1989).



(Isi 25 kg benih)



(Kantong plastik Isi 5 kg benih)

Gambar 15. Beberapa macam wadah untuk penyimpanan benih kedelai.

Prediksi Daya Tumbuh Benih Kedelai

Untuk memprediksi daya tumbuh benih kedelai (Y, %) selama penyimpanan sebagai fungsi dari kadar air awal benih (X1, %bb), suhu ruang penyimpanan (X2, °C) dan lama penyimpanan (X3, minggu) dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Yaja *et al.* 2005):

$$Y = 79,695 + 1,546(X1) + 0,660(X2) + 0,674(X3) - 0,069(X1X2) - 0,116(X1X2) - 0,035(X2X3) - 0,018(X3)^2 \quad (R^2 = 0,9340)$$

Contoh prediksi daya tumbuh benih kedelai pada lama penyimpanan 16 minggu pada beberapa suhu ruang simpan (Tabel 1). Contoh ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, semakin rendah daya tumbuh benih kedelai. Oleh karena itu sangat penting menjaga kestabilan suhu ruang penyimpanan benih tetap rendah (15 °C), untuk mempertahankan daya tumbuh benih kedelai tetap baik.

Tabel 1. Contoh prediksi daya tumbuh benih kedelai pada lama penyimpanan 16 minggu.

Kadar air awal benih kedelai X1 (% bb)	Suhu ruang penyimpanan X2 (°C)	Lama penyimpanan X3 (minggu)	Daya tumbuh benih kedelai Y (%)
10	15	16	74
10	20	16	71
10	25	16	68
10	30	16	65

DAFTAR PUSTAKA

- Ana, N.H., R. Thahir, dan D.A. Nasution. 2001. Mesin sortasi pendukung perbenihan kedelai. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 4(23):9-10.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1985. *Principles of Seed Science and Technology*. Burgess Publishing Company. New York. 369p.
- Departemen Pertanian. 2007. Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SP.120/3/2007 tentang Pedoman Produksi Benih Kedelai.
- Harnowo, D., J.R. Hidayat, dan Suyamto. 2007. Kebutuhan dan teknologi produksi benih kedelai. Hlm. 383-415. *Dalam Sumarno et al. (Peny.). Kedelai, Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Hermawan, N. 2005. Sifat Panas Benih Kedelai Varietas Wilis dan Burangrang pada Beberapa Tingkat Kadar Air. Skripsi S1. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknik Pertanian. Universitas Brawijaya. 248 hlm (tidak dipublikasikan).
- Leopold, A. C. and C. W. Vertuci. 1989. Moisture as a regulator of physiological reaction in seeds. *Crop Sci. Soc. of America* 14:51-67.

- Patriyawaty, N.R. dan I. K. Tastra. 2010. Studi pendahuluan pengaruh suhu pengeringan, kadar air awal, dan varietas terhadap viabilitas benih kedelai. Hlm. 355-363. *Dalam* N. Richana, T. Hidayat, Abubakar, D. Sumangat dan H. Setyanto (Peny.). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Pertanian III*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- _____. 2011. Status dan prospek penerapan alat pengering di tingkat penangkar benih kedelai. *Buletin Palawija* 22:96-106.
- Purwadaria, H.K. 1989. *Teknologi penanganan pasca panen kedelai*. Ed. kedua. Deptan-FAO, UNDP. *Development and Utilization of Post Harvest Tools and Equipment*, INS/088/007.
- _____. 1993. Promoting the powered soybean thresher among farmers and farmer group. Paper for Special Topic on Extension Experiences of AGPP Country Projects, Bali, Indonesia, 20-22 April, 1993.
- Rojanasaroj, C., P. Sirisomboon, R. Nochai, and W. Tangjaroenchai. 2003. Small soybean harvester implementing a Two-Whell Tractor. *In* Graemme Quick (Ed.) *Proc. of the Internat. Conference on Crops Harvesting and Processing* 9-11 Februari 2003 (Louisville, Kentucky USA). ASAE Pub. No. 701P1103. 9 p.
- Suwasik, K. 1984. *Penggunaan Metode Jumlah Panas untuk Menentukan Umur Kedelai (Glycine max (L) Merr) pada Tiga Tinggi Tempat*. Thesis S2. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor. 132 hlm (tidak dipublikasikan).
- Soemardi dan Ridwan Thahir, 1985. Pascapanen kedelai. Hlm. 429-440. *Dalam* S. Somaatmadja *et al.* (Peny.). *Kedelai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Sumarno. 1997. Tinjauan sekilas usaha tani kedelai di USA. Makalah BPTP Karangploso No. 97-28. Disajikan pada seminar Balitkabi, 27 Maret 1997. 18 hlm.
- Thahir, R. 1993. Pengembangan sistem penjemuran kedelai. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Penanganan Pasca Panen Kedelai (Soybean Postharvest Technology Project AGPP – Indonesia), Jakarta 16 Pebruari 1993. BULOG – AGPP – IPB – DEPTAN – UGM.
- Thahir, R., D.A. Nasution, Joko P., dan Anna N. 2001. Mesin Pengering Kedelai Handal. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* (23) 3: 5-6.
- Tastra, I.K., Gatot, S.A.F dan E. Ginting. 2002. Rekayasa bangsal pengering kedelai brankasan untuk mendukung Gema Palagung kedelai. Hlm. 372-380. *Dalam* I.K. Tastra *et al.*(Eds). *Peningkatan Produktivitas, Kualitas, dan Efisiensi Sistem Produksi Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Agribisnis*. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Tastra, I.K., dan N. R. Patriyawaty. 2013. Evaluasi hasil rekayasa Pengering Tipe Bak Kayu Blower Ganda dengan Sumber Energi Gas LPG untuk pengeringan Benih Kedelai pada Sistem Jabalsim. *Penelitian Pertanian Vol. 32 No. 2* :126-137.
- Tastra, I.K., Uning Budiharti, dan N. R. Patriyawaty. 2011. Rekayasa grader untuk mendukung sistem perbenihan di tingkat penangkar kapasitas 3 ton/hari dan tingkat keseragaman 90%. *Laporan Tengah Tahun Kegiatan Penelitian*. Balitkabi. 49 hlm.

- Tastra, I.K. 2017. Data dukung usulan Anugerah Kekayaan Intelektual Tahun 2017. Balai Penelitian Aneka Kacang dan Umbi. 4 hlm (tidak dipublikasikan).
- Yaja. J., Elke Pawelzik, and Suchada Vearasilp. 2005. Prediction of soybean seed quality in relation to seed moisture content and storage temperature. Conference on Internat. Agric. Res. for Dev. Tropentag 2005. Stuttgart-Hohenheim, October 11-13, 2005. 4p.

PRINSIP-PRINSIP PENGELOLAAN PASCAPANEN UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA SIMPAN BENIH KEDELAI

Didik Harnowo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
E-mail: didik_kabi@gmail.com

RINGKASAN

Penggunaan benih kedelai bermutu tinggi merupakan salah satu syarat penting bagi diperolehnya produktivitas tanaman yang tinggi. Benih bermutu dicirikan oleh dipenuhinya standar benih bermutu/lulus sertifikasi (benih bersertifikat) sesuai kelas benihnya. Benih kedelai mudah mengalami penurunan daya tumbuh selama penyimpanan. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang benar mengenai karakteristik benih kedelai, faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan daya tumbuh (mutu fisiologis) benih, upaya untuk menahan laju penurunan mutu fisiologis benih, serta tindakan praktis yang perlu dilakukan dalam upaya memperpanjang daya simpan benih. Upaya mempertahankan daya simpan benih dimulai sejak tanaman penghasil calon benih di lapang (aspek agronomis) hingga penyimpanan dan distribusinya ke pengguna sampai dengan sesaat sebelum benih ditanam (aspek pascapanen).

Kata kunci : benih, daya simpan, kedelai, pascapanen

PENDAHULUAN

Benih bermutu merupakan sarana produksi yang cukup vital bagi keberhasilan usahatani komoditas pertanian (termasuk kedelai), meskipun nilai komponen biaya benih bermutu hanya 10% dari total biaya usaha tani (Abidin dan Harnowo 2014; Harnowo dan Rozi 2015). Penggunaan benih bermutu dalam usaha tani kedelai belum sepenuhnya terlaksana di tingkat petani. Hal tersebut tampak dari data penggunaan benih kedelai bersertifikat oleh petani yang kurang dari 30% (Direktorat Perbenihan 2015). Kondisi demikian diyakini berkontribusi terhadap tingginya senjang produktivitas kedelai di tingkat petani (sekitar 1,5 t/ha) sedangkan di tingkat penelitian (2,0-3,0 t/ha) (Adie *et al.* 2014; Harnowo *et al.* 2015).

Varietas unggul yang dihasilkan oleh pemulia tanaman merupakan bagian hulu, sedangkan produksi benih sebar adalah bagian hilir dari sistem perbenihan (industri hilir perbenihan). Bagian hilir tidak kalah penting dari bagian hulu karena menentukan penyediaan benih untuk memenuhi kebutuhan produksi secara luas.

Oleh karena itu, pengelolaan benih kedelai dalam jumlah besar secara benar sangat diperlukan agar diperoleh benih bermutu tinggi.

Industri hilir perbenihan kedelai hingga saat ini belum berkembang seperti yang diharapkan, tidak seperti pada komoditas padi dan jagung. Hal tersebut antara lain karena berusaha tani kedelai belum sepenuhnya dianggap sebagai usaha tani utama, melainkan hanya sebagai usaha tani sampingan. Akibatnya, dorongan petani untuk membeli benih bermutu (bersertifikat) masih rendah, dan menyebabkan usaha penangkaran benih kedelai menjadi kurang menarik (Abidin dan Harnowo 2014). Program pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai secara nasional yang mensyaratkan penggunaan benih bersertifikat diharapkan dapat mendorong tumbuh kembangnya usaha penangkaran benih kedelai.

Sejak tahun 2011, perakitan varietas unggul baru lebih diarahkan untuk menghasilkan kedelai berbiji besar, seperti halnya kedelai impor. Varietas kedelai berbiji besar, misalnya Anjasmoro, Argomulyo, Grobogan, dan Dena 1 dengan ukuran biji >14 g/100 biji (Balitkabi 2014). Benih kedelai berbiji besar memiliki sifat lebih cepat mengalami deteriorasi (kemunduran mutu fisiologis) dibandingkan dengan yang berbiji kecil-sedang, sehingga benih kedelai berbiji besar memiliki daya simpan lebih pendek dibandingkan benih kedelai berbiji kecil-sedang (Harnowo 2004).

CIRI-CIRI BENIH KEDELAI

Berdasarkan sifat ketahanan terhadap dehidrasi, benih dikelompokkan menjadi dua golongan, yakni benih ortodoks dan benih rekalsitran. Benih ortodoks adalah benih yang tahan terhadap dehidrasi atau kehilangan air (pengeringan), sehingga harus secepatnya dilakukan pengeringan untuk mempertahankan kehidupannya. Benih rekalsitran adalah benih yang tidak tahan dehidrasi, dan bahkan tidak boleh dilakukan pengeringan setelah panen. Benih kedelai, padi, jagung, kacang tanah, dan kacang hijau termasuk benih ortodoks, sedangkan benih kakao, kopi, karet, rambutan, nangka, dan kelapa termasuk benih rekalsitran. Kelompok benih yang terakhir ini justru akan cepat kehilangan daya tumbuhnya bila dilakukan pengeringan.

Benih kedelai memiliki ciri-ciri (sifat) sebagai berikut (Harnowo 2006):

- Tidak memiliki masa dormansi, semakin baru dipanen semakin baik daya tumbuhnya.
- Kulit ari tipis sehingga mudah rusak, terutama selama proses pascapanen.
- Higroskopis, di mana kadar air benih akan menyesuaikan dengan kadar air (kelembaban udara) lingkungan benih.
- Embrio benih cukup rapuh, sehingga penanganan benih perlu lebih berhati-hati.
- Mengandung lemak dan protein lebih tinggi dibanding benih padi dan jagung sehingga mudah terjadi oksidasi lemak yang dapat merusak mutu benih.
- Daya tumbuh benih mudah turun selama penyimpanan.

Ciri-ciri benih tersebut di atas perlu dipahami oleh produsen benih. Pemahaman yang kurang terhadap sifat-sifat benih kedelai akan berdampak pada buruknya kualitas benih (dalam arti luas) yang akan dihasilkan. Apabila hal ini terjadi, akan merugikan produsen sendiri. Sebaliknya, pemahaman yang memadai terhadap sifat-sifat benih kedelai tersebut akan memberikan kesadaran dan dorongan kepada produsen atau penangkar benih untuk melakukan proses penanganan pascapanen sehingga akan diperoleh benih dengan mutu yang prima. Benih dengan mutu prima sangat dibutuhkan karena akan berdampak pada tingkat produktivitas yang dicapai.

KRITERIA BENIH BERMUTU TINGGI

Benih bermutu tinggi akan dihasilkan oleh produsen atau penangkar yang memahami syarat-syarat benih bermutu dan sekaligus memiliki/menguasai fasilitas, baik untuk produksi benih di lapang (selama periode prapanen) maupun fasilitas untuk prosesing benih setelah panen (selama periode pascapanen). Syarat-syarat yang diperlukan untuk menghasilkan benih kedelai bermutu tinggi adalah :

- Menggunakan benih sumber yang jelas.
- Lahan yang subur dan dilengkapi fasilitas pendukungnya.
- Menerapkan teknik budidaya yang benar.
- Menerapkan teknik pascapanen yang benar.
- Melibatkan BPSB dalam sertifikasi benih.
- Memahami sifat-sifat varietas dan benih kedelai.
- Memiliki peralatan/fasilitas untuk penanganan pascapanen benih.
- Tenaga kerja yang terampil.

Tabel 1. Standar laboratorium mutu benih kedelai.

Kelas benih	Kadar air maks. (%)	Benih murni min. (%)	Kotoran benih maks. (%)	Benih tan. lain maks. (%)	Daya tumbuh min. (%)
Benih Dasar (BD)	11,0	99,0	1,0	0,0	80
Benih Pokok (BP)	11,0	98,0	2,0	0,2	80
Benih Sebar (BR)	11,0	97,0	3,0	0,2	80
BR-1 s/d BR-4	11,0	97,0	3,0	0,2	70

Sumber : Kepmentan No.: 355/HK.130/C/05/2015.

Benih kedelai bermutu tinggi adalah yang sesuai dengan standar mutu benih yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 355 Tahun 2015 (Tabel 1), tentu saja setelah pertanaman calon benih di lapang telah lulus berdasarkan serangkaian proses pemeriksaan lapang. Mutu benih terdiri atas 3 (tiga) unsur, yakni mutu genetik, mutu fisik, dan mutu fisiologis. Mutu genetik mencerminkan tingkat kemurnian varietas, mutu fisik mencerminkan tingkat kotoran benih, dan mutu fisiologis mencerminkan tingkat daya tumbuh benih.

PENTINGNYA SAAT PANEN YANG TEPAT

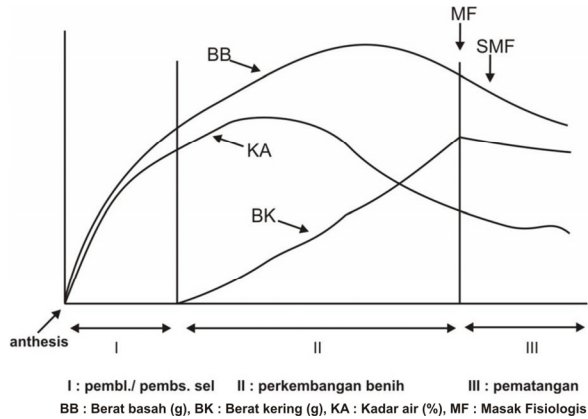
Saat panen yang tepat sangat penting artinya dalam rangka menghasilkan benih bermutu tinggi. Benih yang dipanen pada saat yang tepat mempunyai mutu fisiologis tertinggi. Pada saat tersebut berat kering benih sudah maksimal, disebut masak fisiologis. Oleh karena itu sangat dianjurkan agar para produsen/penangkar memanen calon benih pada saat yang tepat. Tanda-tanda tanaman kedelai dalam hamparan yang telah mencapai fase masak fisiologis antara lain: lebih dari 95% daun sudah kuning/mulai rontok, polong sudah masak (warna polong masak sesuai karakteristik varietas) (Sumarno dan Widiati 1985). Pada saat tersebut kadar air biji 20-25%, tergantung kondisi kelembaban udara di lapangan. Pada Gambar 1 ditunjukkan secara ringkas perkembangan benih secara umum (termasuk kedelai) sejak terjadinya pembuahan (fertilisasi) hingga beberapa saat setelah masak fisiologis (MF), di mana BB adalah berat basah, KA adalah kadar air, BK adalah berat kering, dan SMF adalah beberapa saat setelah masak fisiologis. Saat panen yang terlalu awal atau terlalu lewat dari masak optimal/masak fisiologis menyebabkan mutu fisiologis tidak maksimal (Tabel 2).

Perkembangan mutu fisiologis sejak pembuahan pada prinsipnya sejalan dengan perkembangan berat kering (BK) benih, di mana mutu fisiologis benih mencapai maksimum saat masak fisiologis. Vigor benih pada saat tersebut juga maksimum. Sementara yang terjadi setelah saat masak fisiologis hanyalah kerusakan (deteriorasi) yang berakibat semakin menurunnya mutu fisiologis benih. Apabila benih masih berada di lapang (sebelum dipanen) telah mengalami kerusakan mutu fisiologis yang cukup tinggi, maka benih tersebut nantinya selama penyimpanan mutunya juga rendah, atau tidak tahan disimpan lama.

Tabel 2. Pengaruh tingkat kematangan benih (umur panen) kedelai varietas Wilis terhadap kadar air dan vigor benih.

Umur panen (hst)	Kadar air benih (%)	Vigor (%)
78	57,6	95
80	57,1	96
82	47,1	96
84	31,7	98
86	25,4	96
88	20,3	94

Sumber : Sudaryono dan Setyono (1993).



Gambar 1. Perkembangan benih secara umum (hipotetis) mulai pembuahan (anthesis) hingga beberapa saat setelah masak fisiologis (MF).

KEMUNDURAN BENIH DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI

Kemunduran Benih

Kemunduran benih, atau sering disebut kerusakan mutu fisiologis (deteriorasi) benih adalah kerusakan yang bersifat fisiologis akibat proses biokimia di dalam benih, yang menyebabkan mutu fisiologis benih turun/rusak. Deteriorasi benih bersifat *inevitable* (tidak dapat dihindari atau pasti terjadi), dan *irreversible* (tidak dapat balik) (Harnowo *et al.* 2015; Priestley 1986). Sebagaimana telah disebutkan di atas, mutu fisiologis benih mencapai maksimum pada saat masak fisiologis dan setelah itu yang terjadi hanyalah kerusakan. Cepat atau lambat, ringan atau berat, deteriorasi benih pasti akan terjadi (*inevitable*), sehingga tergantung usaha kita untuk secepatnya menahan laju deteriorasi tersebut.

Deteriorasi benih bersifat *irreversible* mengandung makna bahwa mutu fisiologis benih pada saat tertentu setelah mutu maksimum tercapai tidak akan melebihi mutu pada saat masak fisiologis atau mutu pada saat panen. Apabila, misalnya beberapa saat setelah masak fisiologis terjadi deteriorasi benih secara intensif sehingga menghasilkan mutu fisiologis tertentu, maka itulah mutu fisiologis benih maksimal yang akan kita dapatkan sejak “awal penyimpanan”. Artinya, benih yang telah mengalami deteriorasi, mutu fisiologisnya tidak akan dapat kembali (“balik”) ke mutu fisiologis semula seperti pada saat maksimal yang diperoleh pada saat panen. Teknologi yang ada, hanya mampu menghambat laju deteriorasi dalam rangka mempertahankan daya hidup (mutu fisiologis) benih yang dikelola.

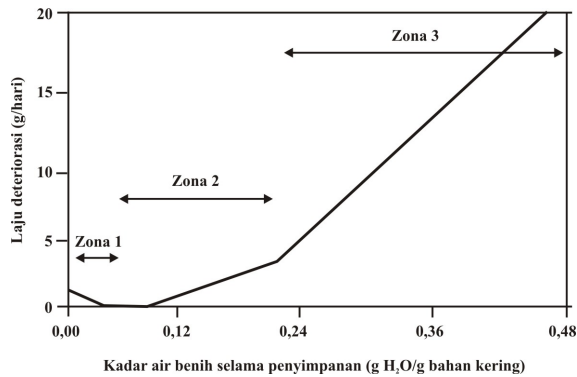
Dengan demikian, pengelolaan benih setelah panen sangat penting artinya bagi upaya menghasilkan benih kedelai bermutu tinggi hingga saatnya benih ditanam oleh petani/pengguna.

Faktor-Faktor Penyebab Kemunduran Benih

Pada dasarnya benih yang berada pada suatu lingkungan (ekosistem) dikelilingi oleh faktor biotik (hidup) dan abiotik (tidak hidup). Faktor biotik misalnya cendawan, bakteri, serangga, dan hewan lainnya (misalnya ayam, tikus). Faktor abiotik, misalnya suhu, gas CO₂, dan O₂, dan kelembaban atau uap air. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan kerusakan mutu fisiologis benih melalui cara merusak secara fisik maupun proses biokimia. Lingkungan benih yang dijenuhi dengan CO₂ akan menyebabkan respirasi benih terhambat dan deteriorasi benih menjadi lambat. Lingkungan benih yang dijenuhi O₂ akan mempercepat respirasi benih sehingga laju deteriorasi menjadi lebih cepat. Benih yang disimpan dalam ruang simpan bersuhu rendah lebih aman daripada disimpan dalam ruang bersuhu lebih tinggi (Harnowo 2016). Pada suhu rendah, laju deteriorasi benih rendah sehingga daya hidup benih ortodoks (termasuk kedelai) dapat dipertahankan lebih lama.

Dalam kondisi faktor biotik dan abiotik lainnya terkendali, kadar air benih merupakan faktor utama pemicu terjadinya deteriorasi benih (Chin *et al.* 1998; Koch *et al.* 1999, Harnowo 2004; Arifin dan Harnowo 2015). Berdasarkan hasil-hasil penelitian, berbagai senyawa volatil (metanol, etanol, acetaldehida) terlibat pada reaksi kimia yang melibatkan enzim PME (*pectin methyl esterase*) dengan substrat (bahan baku) pektin. Reaksi tersebut menghasilkan acetaldehida. Acetaldehida adalah senyawa yang sangat reaktif. Protein yang berikatan dengan acetaldehida disebut *acetaldehyde-protein adduct* (APA). Protein yang sudah terikat kuat dengan acetaldehida dalam bentuk APA menjadi rusak sehingga tidak dapat berfungsi maksimal selama proses perkecambahan benih (Harnowo 2004).

Laju deteriorasi benih mulai meningkat tajam pada benih dengan kadar air lebih dari 12% (Gambar 2). Hasil penelitian ini memperkuat pendapat bahwa kadar air benih merupakan pemicu pertama dan utama terjadinya kerusakan mutu fisiologis benih (Chin *et al.* 1998; Koch *et al.* 1999, Harnowo 2004). Dengan memahami hal-hal seperti yang disebutkan di atas, maka para produsen benih ortodoks (utamanya kedelai) dituntut untuk menyusun dan menerapkan strategi jitu yang diharapkan mampu mengamankan mutu benih yang dikelolanya minimal sampai dengan batas kedaluwarsa label benih (sertifikat benih), serta memenuhi persyaratan mutu benih bersertifikat seperti yang tertera dalam standar laboratorium mutu benih (Tabel 1).



Gambar 2. Hubungan antara kadar air benih kedelai (g air/g bahan kering) dengan laju deteriorasi benih (g/hari).

Ada pendapat di kalangan masyarakat bahwa benih kedelai hanya dapat disimpan maksimum 3 (tiga) bulan. Pendapat tersebut tidak selalu benar. Sampai berapa lama benih kedelai dapat disimpan dengan tingkat daya tumbuh yang tinggi, tergantung pada bagaimana cara menangani benih sejak saat panen hingga selama penyimpanan. Benih kedelai dapat disimpan selama 6 bulan atau bahkan lebih dengan daya tumbuh 80% atau lebih (Tabel 3 dan 4), dengan syarat penanganan pascapanen dilakukan dengan benar. Sekali lagi, kunci utama yang harus dipahami, sebagai konsekuensi bahwa kedelai termasuk benih ortodoks yang tahan dehidrasi adalah air di dalam benih harus secepatnya dikeluarkan. Dengan kata lain, pengeringan benih harus segera dilakukan setelah panen hingga kadar air aman, yakni sekitar 8-9% (Harnowo *et al.* 2015). Kadar air benih 11% pada awal penyimpanan pada dasarnya belum aman untuk penyimpanan benih kedelai karena dapat memicu pertumbuhan cendawan pada benih yang dapat merusak/menurunkan daya tumbuh dan vigor benih dalam penyimpanan (Arifin dan Harnowo 2013; Harnowo 2016; ISTA 1976).

Bahan kemasan (wadah) penyimpanan benih harus diperhatikan. Mengingat benih bersifat higroskopis, maka kantong (wadah) benih harus kedap udara sehingga uap air tidak masuk ke dalam benih di dalam kantong manakala kelembaban lingkungan sekitar benih tinggi. Bahan kemasan atau wadah benih berupa plastik yang kedap udara (ketebalan 0,03-0,06 mm) cukup baik digunakan untuk kemasan benih kedelai, karena cukup mampu mempertahankan kadar air benih di dalam kemasan tetap bertahan sekitar 9% (Harnowo 1994).

Tabel 3. Daya tumbuh benih kedelai (%) dalam penyimpanan menggunakan kantong plastik 0,05 mm pada suhu kamar.

Kadar air benih awal simpan (%)	Periode simpan (bulan)			
	0	6	8	10
Varietas Lawu				
11,1	95	83	81	47
9,1	96	93	86	80
6,9	96	94	92	88
Varietas Lumajang Bewok				
11,1	95	95	95	90
9,1	96	91	92	88
7,1	95	92	93	86

Sumber : Wahyuni dan Nugraha (1993).

Tabel 4. Daya tumbuh kedelai varietas Anjasmoro yang disimpan di luar dan di dalam *cold storage* dengan kadar air awal yang berbeda.

Kadar air benih awal simpan (%)	Daya tumbuh (%) setelah disimpan		
	2 bulan	4 bulan	6 bulan
Di luar <i>cold storage</i>			
15,6	92,3	88,3	64,0
8,0	92,0	93,6	80,6
Di dalam <i>cold storage</i> (10-14 °C)			
15,6	96,0	93,6	70,6
8,4	98,3	98,3	91,0

Keterangan : Panen bulan Mei 2015. Mulai uji daya tumbuh (0 bulan) pada bulan Juni 2015. Daya tumbuh awal 100%, kelembaban di dalam *cold storage* 40-60%.

Sumber : Hamowo (2016).

PENUTUP

Prinsip-prinsip penyimpanan benih ortodoks, termasuk benih kedelai, adalah:

1. Daya simpan benih merupakan karakteristik spesies atau varietas, bahkan lot benih. Benih kedelai yang berukuran biji besar memiliki daya simpan potensial lebih pendek dibandingkan benih kedelai yang berukuran biji kecil-sedang.
2. Benih dengan mutu fisiologis tinggi pada saat panen atau sebelum simpan, memiliki daya simpan yang lebih baik daripada benih dengan mutu fisiologis rendah.
3. Tahapan dan cara-cara yang diterapkan dalam produksi benih yakni mulai pemanenan, pengeringan, pembersihan, dan sortasi benih sangat menentukan keberhasilan dalam upaya mempertahankan mutu fisiologis (daya tumbuh dan vigor) selama penyimpanan. Benih bermutu tinggi pada awal

penyimpanan memiliki daya simpan yang lebih lama daripada benih bermutu rendah.

4. Kadar air benih dan suhu ruang penyimpanan berpengaruh terhadap daya simpan benih. Namun demikian, pengaruh meningkatnya kadar air benih lebih buruk daripada suhu ruang simpan terhadap kemunduran/kerusakan mutu fisiologis benih ortodoks, termasuk benih kedelai.
5. Kadar air benih dipengaruhi oleh kelembaban udara dan suhu di sekitar benih. Kadar air benih akan mencapai keseimbangan (*'equilibrium moisture content'*) dengan kelembaban udara di sekitar benih pada suhu tertentu. Oleh karena itu, penggunaan kemasan/wadah benih yang kedap udara sangat penting dalam rangka memperpanjang daya simpan benih kedelai. Bila memungkinkan, ruang simpan benih perlu dipasang *dehumidifier* untuk mengeluarkan uap air dari dalam gudang, atau untuk membuat kelembaban ruang simpan rendah.
6. Kondisi kering dan dingin merupakan kondisi ideal untuk penyimpanan benih ortodoks. Suhu ruang simpan yang rendah dan kadar air benih yang rendah akan menekan laju respirasi benih, sekaligus menahan laju kemunduran/kerusakan mutu fisiologis sehingga mutu fisiologis benih tidak cepat turun selama penyimpanan. Oleh karena itu, pemasangan AC (mesin pendingin udara) dalam ruang simpan benih kedelai sangat dianjurkan untuk mengkondisikan suhu ruang simpan benih cukup rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. dan D. Harnowo. 2014. Analisis finansial dan persepsi petani terhadap penangkaran benih kedelai di Sulawesi Tenggara. *J. Pengkajian dan Pengembangan Tek. Pert.* 17(3):243-249.
- Adie, M.M., A. Krisnawati, dan D. Harnowo. 2014. Hasil biji dan daya adaptasi galur harapan kedelai pada lingkungan optimal. *Pros. Ekspose dan Sem. Nas. Inovasi Pert. Ramah Lingkungan. BBP2TP, Balitbangtan.* Hlm. 875-881.
- Arifin, Z. dan D. Harnowo. 2013. Pengaruh rakitan teknologi produksi terhadap hasil biji, daya tumbuh benih dan kelayakan usaha penangkaran benih kedelai. *Laporan Tahunan Hasil Pengkajian BPTP Jatim Tahun 2013.* BPTP Jatim. (tidak dipublikasikan).
- Balitkabi. 2014. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balitkabi, Malang.
- Chin, H.F., B. Krishnapillay, and P.C. Stanwood. 1998. Seed Moisture: Recalcitrant vs. Orthodox Seeds. P. 15-22. *In* P.C. Stanwood dan M.B. McDonald (eds.). *Seed Moisture.* CSSA Special Pub.
- Direktorat Perbenihan. 2015. Petunjuk Teknis Kegiatan Pengelolaan Perbenihan Tanaman Pangan. Direktorat Perbenihan, Jakarta.
- Harnowo, D. 1994. Viabilitas dan vigor benih kedelai dalam beberapa jenis bahan pengemas akibat pemupukan NPK. *Dinamika Pamor* 1(1):7-13.

- Harnowo, D. dan F. Rozi. 2015. Prospek usaha penangkaran benih kedelai dalam upaya mendukung swasembada pangan. Pros. Sem. Nas. Peran Inovasi Pertanian Mendukung Kemandirian Pangan BPTP NTT 4-5 Nopember 2015, Kupang. BBP2TP, Bogor.
- Harnowo, D., Marwoto, M.M. Adie, T. Sundari, dan N. Nugrahaeni. 2015. Prinsip-Prinsip Produksi Benih Kedelai. IAARD Press, Jakarta.
- Harnowo, D. 2004. Effect of Time of Harvest and Seed Size on Seed Quality of Soybean. PhD Thesis. University Putra Malaysia. 207p (*Unpublished*).
- Harnowo, D. 2006. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu benih. Hlm. 1-19. Kompilasi Materi Pelatihan Bagi Penangkar Benih kedelai, Jagung dan Ubikayu se DIY. Dinas Pert. Tan. Pangan dan Hort. DIY, Yogyakarta.
- Harnowo, D. 2007. Mutu benih kedelai yang dihasilkan oleh petani: Studi kasus di Kabupaten Ngawi. Pros. Sem. Nas. Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Balitkabi-Puslitbangtan. Hlm. 33-43.
- Harnowo, D. 2016. Pengaruh kadar air awal dan tempat penyimpanan terhadap daya tumbuh benih kedelai. Disampaikan pada Seminar di UPBS Balitkabi. Malang (tidak dipublikasikan).
- ISTA (*International Seed Testing Association*). 1976. *Seed Science and Technology. International Rules For Seed Testing (Annexes 1976)*. AS, NLH, Norway. p. 101-117.
- Koch, J.L., M. Horbowicz, and R.L. Obendorf. 1999. Methanol, pectin and pectin-esterase changes during soybean seed maturation. *Seed Sci. Res.*, 9: 311-320.
- Menteri Pertanian. 2015. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 355/HK.130/C/05/2015 Tentang Pedoman Teknis Sertifikasi Benih Bina Tanaman Pangan.
- Priestley, D.A. 1986. *Seed Aging ; Implications for Seed Storage and Persistence in the Soil*. Comstock Pub. Associates, Cornell Univ. Press. 304p.
- Sudaryono dan A. Setyono. 1993. Pengaruh tingkat kemasakan dan cara perawatan brangkasan terhadap mutu benih kedelai. Makalah pada Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan 1992/1993. Balittan Sukamandi. 11 hlm.
- Sumarno dan Widiati. 1985. Produksi dan Teknologi Benih Kedelai. Hlm. 407-428. *Dalam S. Somaatmadja dkk. (eds.). Kedelai*. Puslitbangtan, Bogor.
- Wahyuni, S., dan U.S. Nugraha. 1993. Penelitian pengeringan dan penyimpanan benih kedelai. Makalah disampaikan pada Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan 1992/1993. Balittan Sukamandi. 10 hlm.

TEKNOLOGI PENYIMPANAN DAN INVIGORASI BENIH KEDELAI

Didik Sucahyono

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

E-mail: d190269@gmail.com

RINGKASAN

Penurunan mutu benih kedelai yang cepat selama penyimpanan menjadi salah satu masalah dalam sistem perbenihan kedelai di daerah tropis. Penurunan mutu benih selain disebabkan oleh faktor lingkungan, juga berkaitan dengan karakteristik benih kedelai yang cepat rusak. Fenomena ini menyebabkan benih kedelai bermutu sulit diperoleh di kios-kios pertanian. Atas dasar tersebut, maka pengadaan benih kedelai menggunakan sistem Jabalsim (Jalur Benih Antar Lapang dan Musim) merupakan pilihan yang tepat. Produsen benih setempat berskala usaha kecil sangat berperan dalam sistem Jabalsim. Untuk mendukung sistem Jabalsim, produsen benih perlu memahami teknologi penyimpanan dan teknik invigorasi agar mutu benih kedelai tetap terjaga. Penyimpanan benih yang baik bertujuan mempertahankan viabilitas maksimal benih selama mungkin hingga tiba saatnya benih diperlukan untuk ditanam. Daya simpan benih dipengaruhi oleh saat panen, kadar air benih saat awal disimpan, suhu dan kelembaban ruang simpan, bahan kemasan, dan kebersihan benih. Vigor benih dapat ditingkatkan melalui teknik invigorasi. Invigorasi benih adalah perlakuan fisik atau kimia yang dapat mengontrol hidrasi. Invigorasi dapat dilakukan melalui teknik *osmoconditioning* dan *matricconditioning*.

Kata kunci: benih, invigorasi, kedelai, penyimpanan

PENDAHULUAN

Salah satu masalah benih kedelai di daerah tropis adalah terjadinya kemunduran benih yang cepat selama penyimpanan sehingga menurunkan mutu. Kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu secara berangsur-angsur dan kumulatif serta tidak dapat balik (*irreversible*) akibat perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor dalam benih. Kemunduran vigor benih secara fisiologis ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan pemunculan kecambah di lapangan (*field emergence*), pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhambat, peningkatan kepekaan terhadap

lingkungan yang ekstrim yang akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman (Danapriatna 2012).

Karakteristik benih kedelai yang cepat rusak, dan harga benih relatif lebih rendah dibandingkan komoditas lain menyebabkan tidak banyak pengusaha benih yang tertarik menangani perbenihan kedelai, sehingga benih kedelai berkualitas sulit didapatkan di pasaran. Fenomena tersebut menyebabkan perbenihan kedelai lebih banyak mengikuti sistem Jabalsim (Jalur Benih Antar Lapang dan Musim), dimana para produsen benih lokal berskala usaha kecil lebih banyak berperan (Badan Litbang Pertanian 2008). Dalam sistem Jabalsim, pengadaan benih sering dilakukan beberapa waktu sebelum musim tanam sehingga benih harus disimpan terlebih dahulu. Keterbatasan fasilitas dan teknologi penyimpanan pada produsen benih lokal menyebabkan mutu benih kedelai cepat menurun.

PENYIMPANAN BENIH KEDELAI

Penyimpanan merupakan salah satu mata rantai penting dalam kegiatan perbenihan kedelai. Karakteristik benih (komposisi kimia, struktur, dan morfologi biji), kondisi lapang sebelum benih dipanen, dan penyimpanan berpengaruh terhadap mutu benih kedelai. Menurut Justice dan Bass (1994), mutu benih kedelai dikatakan menurun jika sudah mengalami kemunduran (*deteriorasi*), dengan ciri-ciri:

- Terjadi perubahan fisik, seperti kulit keriput dan berwarna kusam,
- Terjadinya perubahan fisiologis, seperti daya berkecambah turun dan kecambah abnormal meningkat,
- Terjadinya perubahan kimiawi, yaitu perubahan aktivitas enzim, laju respirasi meningkat, perubahan kromosom, dan pada akhirnya mengarah pada kematian benih. Benih kedelai yang mengalami kemunduran dapat diamati dari menurunnya kadar fosfolipid, protein membrane, fosfor anorganik mitokondria, aktivitas spesifik suksinat dehidrogenase, sitokrom oksidase dan laju respirasi.
- Terjadi kerusakan membran sel. Tingkat integritas membran sel mitokondria dapat dilihat dari nilai daya hantar listrik (dhl). Makin tinggi nilai dhl berarti integritas membran mitokondria makin turun, yang berarti viabilitas benih turun. Mengukur DHL benih merupakan alternatif cara cepat mengetahui viabilitas benih.

Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan menurut Justice dan Bass (1994) adalah:

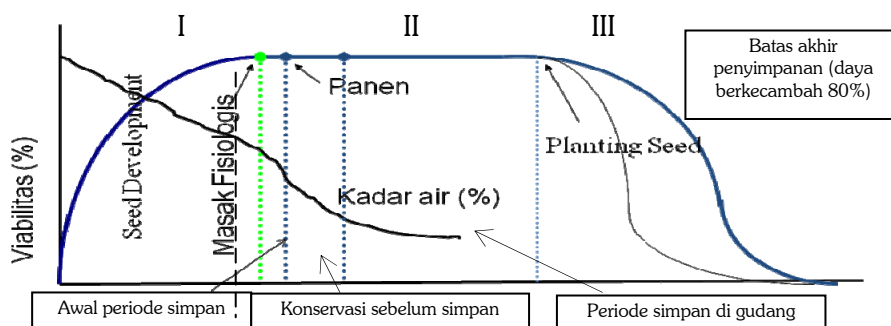
- Faktor internal (sifat genetik, kondisi kulit dan kadar air awal). Benih kedelai yang mempunyai kandungan lemak tinggi dan karbohidrat rendah lebih cepat turun viabilitasnya dibandingkan benih yang memiliki kandungan lemak rendah dan karbohidrat tinggi, benih kedelai berbiji besar lebih cepat menurun viabilitasnya dibanding benih berbiji kecil-sedang karena benih berbiji besar memiliki nisbah selaput lebih rendah (Mugnisjah 2007).

- Faktor eksternal (kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan).

Prinsip-Prinsip Penyimpanan Benih Kedelai

Tujuan utama penyimpanan benih adalah untuk mempertahankan viabilitas (daya hidup) benih dalam periode simpan selama mungkin. Benih kedelai lebih cepat mengalami kemunduran (deteriorasi) selama penyimpanan dibandingkan benih tanaman lain. Oleh karena itu, benih kedelai harus disimpan dalam lingkungan yang menguntungkan agar kualitas benih tetap tinggi sampai akhir penyimpanan (Viera *et al.* 2001). Penurunan mutu dan kerusakan benih selama penyimpanan tidak dapat dihentikan, akan tetapi dapat diperlambat dengan mengatur kondisi penyimpanan.

Periode simpan benih dimulai sejak tanaman masak fisiologis. Pada saat itu mutu benih dalam kondisi maksimum. Tujuan penyimpanan adalah mempertahankan viabilitas maksimum benih tersebut selama mungkin atau memperpanjang stadium II pada konsep Steinbaurer-Sadjad (Gambar 1). Fungsi penyimpanan benih adalah menciptakan kondisi sedemikian rupa sehingga faktor-faktor yang menyebabkan penurunan mutu benih dapat dikendalikan. Saat panen yang tepat (beberapa saat setelah masak fisiologis), cara panen dan pasca panen benih (periode konservasi sebelum simpan) sangat berpengaruh terhadap daya simpan benih. Batas akhir dari penyimpanan adalah jika viabilitas benih sudah turun hingga 80% (SNI 01-6234.1-2003).



Gambar 1. Lintasan viabilitas dan momen mutu benih menurut kaidah Steinbauer-Sadjad (Sadjad dan Ilyas 1999).

Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Daya Simpan Benih

Kadar air awal

Kadar air benih pada awal penyimpanan merupakan faktor utama yang menentukan daya simpan benih. Kadar air yang terlalu tinggi meningkatkan proses metabolisme dan respirasi yang dapat mempercepat hilangnya viabilitas benih karena berkurangnya bahan cadangan makanan dalam benih (Roberts 1972), serta menyebabkan mikroorganisme tumbuh aktif dan berkembang. Proses respirasi dan pertumbuhan mikroorganisme akan melepaskan uap air dan panas sehingga dapat merusak embrio benih (Harrington 1994). Dalam kondisi kedap udara, uap air dan panas tersebut juga akan menghasilkan gas ethanol yang dapat mematikan embrio (Justice dan Bass 1994). Kadar air benih yang rendah juga berpengaruh negatif terhadap proses autooksidasi lemak (Harrington 1973), yang dapat menurunkan viabilitas benih.

Viabilitas benih ortodoks (seperti kedelai) cepat turun bila disimpan dengan kadar air awal 12-14% (Agrawal 1980). Penyimpanan benih kedelai dengan kadar air 12-12,5 % dalam waktu satu tahun mengakibatkan daya kecambah benih turun menjadi 60%. Kadar air benih <11% mampu menekan terjadinya respirasi dan viabilitas benih dapat dipertahankan (Kristiani 2012).

Kadar air awal benih berpengaruh terhadap kadar protein membran dalam mitokondria. Kadar protein membran sel dalam mitokondria yang tinggi menghasilkan daya berkecambah dan vigor benih kedelai tinggi (Tatipata 2008). Benih kedelai yang disimpan pada kadar air awal 8%, 10% dan 12% di dalam kantong plastik polyetilen dapat mempertahankan kadar protein yang tetap tinggi selama 6 bulan dalam penyimpanan di suhu ruang (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh kadar air awal dan lama simpan terhadap daya berkecambah benih kedelai yang disimpan dalam plastik polyetilen.

Kadar air benih (%)	Daya kecambah (%)						
	0 bulan	1 bulan	2 bulan	3 bulan	4 bulan	5 bulan	6 bulan
8	100	98,0	97,7	97,7	97,0	95,5	95,5
10	100	97,7	97,5	95,5	95,5	95,4	95,5
12	100	95,7	95,5	94,5	94,2	94,0	89,5

Sumber: Tatipata (2008).

Hukum Harrington menyatakan bahwa setiap penurunan suhu ruang simpan sebesar 5 °C atau setiap penurunan kadar air benih 1%, maka umur simpan benih akan bertambah menjadi dua kali lipat. Hukum ini berlaku apabila kelembaban relatif ruang penyimpanan 15-70%, dengan suhu 0-30°C, dan kadar air benih 4-14% (Kuswanto 2003).

Suhu dan kelembaban ruang simpan

Fluktuasi kelembaban udara relatif di daerah tropis sangat tinggi (65-100%), dan berpengaruh negatif terhadap viabilitas benih selama periode penyimpanan. Suhu ruang simpan berperan dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan. Pada suhu rendah, aktivitas enzim tertekan dan laju respirasi lebih lambat dibanding pada suhu tinggi sehingga viabilitas benih dapat dipertahankan lebih lama (Danapriatna 2007).

Proses respirasi meningkatkan suhu secara perlahan. Pada kondisi lembab, peningkatan suhu tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada benih yang disimpan (Justice dan Bass 1994). Karena respirasi merupakan proses oksidasi, maka semakin lama berlangsung akan semakin banyak pula cadangan makanan benih yang digunakan (Justice dan Bass 1994). Perombakan cadangan makanan yang berlangsung terus menerus selama penyimpanan menyebabkan habisnya cadangan makanan pada jaringan meristem sehingga embrio kekurangan makanan (Krisnawati *et al.* 2003). Hal inilah yang menyebabkan keserempakan tumbuh atau vigor benih kedelai menurun.

Bahan kemasan

Bahan pengemas benih kedelai selama dalam penyimpanan berpengaruh terhadap penurunan mutu fisiologis benih. Setiap bahan kemasan mempunyai tingkat porositas yang berbeda. Porositas adalah kemampuan suatu bahan dalam menahan masuknya uap air atau udara ke dalam kantong penyimpanan benih. Makin tinggi porositas bahan kemasan, makin tinggi peluang masuknya uap air atau udara ke dalam kemasan. Benih kedelai bersifat higroskopis (mudah menyerap air), sehingga kadar air benih akan mudah meningkat bila disimpan di ruang yang kelembabannya tinggi dan menggunakan bahan kemasan yang porositasnya tinggi.

Hasil penelitian Purwanti (2004) menunjukkan bahwa benih kedelai hitam yang dikemas dalam kantong plastik (ketebalan 0,88 mm) dan kaleng serta disimpan pada suhu 20,6 °C dan 27 °C selama enam bulan masih mempunyai daya tumbuh >90%, sedangkan pada benih kedelai kuning daya tumbuhnya 80%. Kartono (2004) menyatakan bahwa jika kadar air awal benih 8% dan dapat dipertahankan konstan, maka benih kedelai dapat disimpan di gudang biasa hingga 3 tahun tanpa mengalami penurunan daya kecambah. Penyimpanan dengan menggunakan kemasan kedap udara dan ruangan penyimpanan bersuhu <20 °C dapat mempertahankan daya kecambah benih sampai 5 tahun.

Kotoran benih dan campuran biji pecah

Kotoran benih dan campuran biji pecah dapat memicu tumbuhnya mikroorganisme di dalam kantong kemasan. Biji yang pecah lebih mudah ditumbuhi jamur atau bakteri karena sudah kehilangan lapisan pelindung. Aktivitas mikroba tersebut menghasilkan uap air, peningkatan suhu, dan menghasilkan ethanol yang

sangat berbahaya bagi kehidupan embrio benih. Oleh karena itu, sortasi benih terhadap kotoran dan biji rusak sangat penting dilakukan.

INVIGORASI BENIH KEDELAI

Invigorasi adalah suatu perlakuan fisik atau kimia untuk meningkatkan atau memperbaiki vigor *benih*. Invigorasi benih pada dasarnya merupakan proses untuk mengontrol hidrasi (kondisi kelembaban). Invigorasi benih dapat meningkatkan aktivitas enzim amylase dan dehidrogenase serta memperbaiki integritas membran sel (Ilyas 2006). Aktivitas enzim amylase dan dehidrogenase menunjukkan daya hidup benih.

Invigorasi dapat dilakukan melalui teknik *osmoconditioning* dan *matriconditioning*. *Osmoconditioning* adalah invigorasi menggunakan larutan osmotik, sedangkan *matriconditioning* adalah invigorasi menggunakan media padat yang lembab (Ilyas 2005).

Osmoconditioning

Potensial air benih menurut Rouhi *et al.* (2010) sangat rendah (-6 sampai -100 bar) sehingga penyerapan air ke dalam benih berlangsung dengan cepat. Perlakuan *osmoconditioning* dapat mengurangi kecepatan masuknya air ke dalam benih. Menurut Khan (1992), *osmoconditioning* (disebut juga *priming*) adalah penambahan air secara terkontrol dengan menggunakan larutan garam yang memiliki potensial osmotik rendah seperti PEG (poly Ethilen Glicole), KNO_3 , K_3PO_4 , $MgSO_4$, gliserol dan mannitol. Armstrong dan McDonald (1992) menggunakan PEG untuk *osmoconditioning* benih kedelai. Teknik *osmoconditioning* dapat meningkatkan vigor benih kedelai (Sediyama *et al.* 2012). *Osmoconditioning* yang disertai dengan zat pengatur tumbuh dapat meningkatkan vigor dan daya tumbuh benih, pertumbuhan tanaman dan hasil pada tanaman (Afzal *et al.* 2002; Rouhi *et al.* 2010).

Matriconditioning

Matriconditioning adalah peningkatan fisiologis dan biokimiawi dalam benih melalui media imbibisi yang memiliki potensial matrik rendah dan potensial osmotik yang dapat diabaikan (Khan 1992). Tujuannya adalah menyeimbangkan tekanan potensial air benih guna merangsang metabolisme benih agar siap berkecambah. Selama *conditioning* benih akan menyerap air tetapi radikula (bakal calon akar pada benih) tidak muncul, dengan demikian proses metabolisme dalam benih berjalan secara optimal sehingga terjadi kerempakan perkecambahan serta mengurangi tekanan lingkungan yang kurang kondusif (Leubner 2006).

Media *matriconditioning* yang baik, menurut Ilyas (2006) harus memiliki sifat-sifat:

- Tidak larut dalam air dan tetap utuh selama aktivitas conditioning,
- memiliki kapasitas pegang air yang tinggi,

- kemampuan mengalirkan air tinggi,
- kerapatan ruang besar,
- luas permukaan besar,
- memiliki kemampuan melekat pada permukaan benih dan mudah tercampur dengan tanah ketika benih ditanam.

Beberapa contoh bahan *matriconditioning*:

- Serbuk gergaji, abu gosok, dan pasir kuarsa (Ilyas 2006). Perbandingan benih, serbuk gergaji atau abu gosok, dan air 9:6:10,5 selama 17 jam atau dengan perbandingan 9:5:13 selama 12 jam terbukti efektif meningkatkan viabilitas dan vigor benih kedelai yang telah disimpan selama 24 minggu.
- Kalsium silikat sintetis 0,5 g dan air sebanyak 0,5 ml setiap 1 g benih dan dilakukan pada suhu 30 °C (Hacisalihoglu dan White 2006).
- Arang sekam (Suhartiningsih 2003).

Matriconditioning Plus

Matriconditioning dapat diintegrasikan dengan zat pengatur tumbuh, pestisida nabati maupun kimia, atau mikroba yang berfungsi sebagai agens hayati (Ilyas 2006). *Matriconditioning plus* adalah pengintegrasian teknik *matriconditioning* dengan teknik aplikasi benih lainnya, seperti:

- Integrasi dengan pestisida berbahan aktif metalaxyl dan tolclofos-methyl efektif mengurangi kematian benih pada tanah yang terinfeksi patogen tular tanah *Rhizoctonia solani* (Hartz dan Caprile 1995).
- Integrasi dengan bubuk arang sekam dengan minyak cengkeh dan mankozeb menurunkan tingkat kontaminasi *Colletotricum capsisi* dan meningkatkan viabilitas dan vigor benih (Ilyas dan Sudarsono 2002).
- Integrasi dengan *B. subtilis* meningkatkan vigor, daya tumbuh, pertumbuhan tanaman, dan menurunkan tingkat infeksi cendawan dan bakteri (Kuo *et al.* 2006; Yukti 2009).
- *Matriconditioning* menggunakan arang sekam + inokulan *Bradyrhizobium japonicum* dan *Azospirillum lipoferum* selama 12 jam pada benih kedelai dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai kuning dan menghemat pupuk N (Suhartiningsih 2003; Sopyan 2003).
- *Matriconditioning* menggunakan serbuk arang sekam lembab (perbandingan benih:serbuk arang sekam:air = 9:6:7) yang dikombinasi dengan inokulasi *Rhizobium* pada benih kedelai hitam menghasilkan jumlah bintil akar lebih banyak (Sucahyono 2011).

PENUTUP

Kondisi ideal yang dapat memperpanjang masa simpan benih kedelai adalah panen kedelai setelah mencapai masak fisiologis, kadar air awal benih 9-10%, benih bersih dari kotoran dan biji pecah/rusak, kelembaban ruang simpan rendah, menggunakan kemasan yang kedap (misalnya dengan plastik dengan ketebalan 0,88 mm, aluminium foil, kaleng) dan dimasukkan karung goni.

Vigor benih yang turun selama penyimpanan dapat ditingkatkan dengan teknik *invigorasi* benih menggunakan serbuk arang sekam lembab, yaitu sebelum benih ditanam terlebih dulu diperlakukan dengan serbuk arang sekam dengan perbandingan benih, serbuk arang sekam, air 9:6:7 selama 12 jam. Teknik *invigorasi* tersebut dapat dikombinasikan dengan *Rhizobium* untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, I., M.A.B. Shahzad, N. Ahmad, M.A. Cheema, E.A. Warraich, and A. Khalid 2002. Effect of priming and growth regulator treatments on emergence and seedling growth of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Inter. J. of Agric. and Biol.* 4(2): 303-306.
- Agrawal, R.L. 1980. *Seed Technology*. Oxford and IBH Pub. Co., New Delhi-Bombay- Calcuta.
- Amstrong, H. and M.B. McDonald. 1992. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. *Seed Sci. Tech.* 20:391-400.
- Badan Litbang Pertanian. 2008. Ketersediaan Teknologi dalam Mendukung Peningkatan Produksi Kedelai Menuju Swasembada. <http://agri-research.or.id/press/one/14/pdf> [26 Mei 2010].
- Danapriatna, N. 2007. Pengaruh penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai. *Paradigma* 8: 178-187.
- Danapriatna, N. 2012. Pengaruh penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai. www.ejournal-unisma.net/ojs/index.php/131 [3-32013]
- Hacisalihoglu, G. and J. White. 2006. Optimum matricconditioning treatments for improving pepper seed germination. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 119:282-283.
- Harrington, J. F. 1973. Biochemical basis of seed longevity. *Seed Sci. and Tech.* 1:453-461.
- Harrington, J. F. 1994. *Seed Storage and Longevity*. In T.T. Kozlowski (ed.). *Seed Biol.* Vol. III. Acad Press, New York.
- Hartz, T.K. and J. Caprile. 1995. Germination of sh2 sweet corn following seed desinfestation, solid-matrix priming and microbial seed treatment. *Hort. Sci.* 30(7):1400-1402.
- Ilyas, S. dan Sudarsono. 2002. Correlation among levels of *Colletotricum capsici* infection, emergence, germination of hot pepper (*Capsicum annum* L.) seed. Second Workshop on Management of Seed Health of Important Vegetable Crop.

- Bogor, 7-11 Oktober 2002. IPB and Plant Res. Inter. Enza Zaden (*tidak dipublikasikan*).
- Ilyas, S., M. Surahman, R. Saraswati, L. Gunarto, dan T. Adisarwanto. 2003. Peningkatan mutu benih dan produktivitas kedelai dengan teknik invigorasi benih menggunakan matricconditioning dan inokulan mikroba. Lap. Hasil Penelitian. LPPM IPB, Bogor. 61 hlm.
- Ilyas, S. 2005. Invigorasi Benih. Disampaikan pada Magang Vigor Benih bagi Staf Balai Pengembangan Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPMBPTH) di Bagian Ilmu dan Teknologi Benih. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian IPB, Bogor. 6-19 Desember 2005. 4 hlm.
- Ilyas, S. 2006. Seed Treatments using Matricconditioning to Improve Vegetable Seed Quality. *Bul. Agron.* 34(2):134-132.
- Justice, O.L. and L.N. Bass. 1994. Prinsip Praktek Penyimpanan Benih. Terjemahan Rennie Roesli. PT. Raja Grafindo, Jakarta. 446 hlm.
- Kartono. 2004. Tehnik penyimpanan benih kedelai varietas Wilis pada kadar air dan suhu penyimpanan yang berbeda. *Bul. Tehnik Pert.* 9(2).
- Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *In* J. Janick, (ed.). *Horticulture Review*. Willey and Sons Inc. p: 131-181.
- Krisnawati, A., S. Purwanti, dan R. Rabaniyah, 2003. Pengaruh suhu ruang simpan terhadap viabilitas benih kedelai hitam dan kuning. Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Puslitbangtan, Bogor.
- Kristiani, S. 2012. Kajian suhu dan kadar air terhadap kualitas benih kedelai (*Glycine max*(L.) Merril) selama penyimpanan. Makalah Seminar. Fak. Pert. Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kuo, L.C., W.Y. Cheng, R.Y. Wu, C.J. Huang, K.T. Lee. 2006. Hydrolysis of black soybean isoflavone glycosides by *Bacillus subtilis* natto. *App. Microbiol. Biotech.* 73:314–320.
- Kuswanto, H. 2003. Teknologi Pemrosesan, Pengemasan, dan Penyimpanan Benih. Kanisius, Yogyakarta.
- Leubner, G. 2006. The Seed Biology Place. <http://www.seedbiology.de> [11-01-13]
- Mugnisjah, Q. 2007. Komposisi kimia beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan hubungannya dengan viabilitas benih. <http://kecubung6.com/index2.php?option>. [03-03-2013].
- Purwanti, S. 2004. Kajian suhu ruang simpan terhadap kualitas benih kedelai hitam dan kedelai kuning. *J. Ilmu Pert.* 11(1):22-31.
- Roberts, E. H. 1972. Storage and environment and the control viability. *In* E. H. Robert. (ed.). *Viability of Seed*. Chapman and Hall, Ltd., London.
- Rouhi, A.R., R.T. Afshari, S.A. Moosavi, and M.H. Gharineh. 2010. Effect of osmopriming on germination and vigour traits of Bersim Clover (*Trifolium alexandricum* L.).
- Sadjad, S. dan S. Ilyas. 1999. Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif. Grosindo, Jakarta. 185 hlm.

- Sediyama, C.A.Z., M.S. Reis, C.S. Sediyama, M.A. Dias, T. Sediyama, D.C. Fernandes and S. Dias. 2012. Physiological quality of soybean seed cultivars by osmoconditioning. *Comunicata Sie.* 3(2):90-97.
- Sopyan. 2003. Matricconditioning Plus Inokulan *B. japonicum* dan *A. lipoferum* Serta Fungisida Terhadap Pertumbuhan dan Penambatan Nitrogen Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Sucahyono, D. 2011. Pengaruh Pelakuan Matricconditioning Plus Inokulan Terhadap Pertumbuhan Tanaman, Hasil dan Mutu Benih Kedelai Hitam (*Glycine soja* (L.) Merr). Tesis Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. 57 hlm.
- Suhartiningsih. 2003. Peningkatan Mutu Benih dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dengan Matricconditioning yang Diintegrasikan Dengan Inokulan Mikroba. Tesis. Jurusan Budidaya Pertanian. Fak. Pert. IPB, Bogor. 45 hlm.
- Tatipata, A. 2008. Pengaruh kadar air awal, kemasan dan lama simpan terhadap protein membran dalam mitokondria benih kedelai. *Bul. Agron.* 36(1):8-16.
- Viera. R.D., D.M. Tekrony, D.B. Egli, and M. Rucker. 2001. Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. *Seed Sci. and Tech.* 29:599-608.
- Yukti, A.M. 2009. Efektivitas Matricconditioning Plus Agens Hayati Dalam Mengendalikan Patogen Terbawa Benih, Peningkatan Vigor, dan Hasil Padi. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. 71 hlm.

KELEMBAGAAN PERBENIHAN KEDELAI DI INDONESIA

Fachrur Rozi dan Ruly Krisdiana

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
E-mail: f_rozi13@yahoo.com; rulykrisdiana@yahoo.com

RINGKASAN

Salah satu tantangan pencapaian swasembada pangan adalah ketersediaan benih. Upaya untuk menjamin ketersediaan benih kedelai adalah dengan menata kelembagaan perbenihan kedelai. Dalam menata kelembagaan perbenihan kedelai perlu diidentifikasi dan diinventarisasi pelaku perbenihan dari mulai aspek hulu sampai hilir. Sinkronisasi kelembagaan diatur dalam suatu mekanisme alur benih sehingga tidak terjadi 'kemandegan' produk (benih) atau kontinuitas yang terjamin dan terwujud enam tepat pemenuhan benih kedelai yakni waktu, jumlah, harga, jenis, mutu, dan lokasi. Banyak kelembagaan pedesaan yang berpotensi dapat diberdayakan dalam pengadaan benih kedelai dengan berbasis komunitas. Perangkat dan strategi yang dapat digunakan adalah dengan kemitraan yang berprinsip saling menguntungkan pada aspek ekonomi maupun aspek transfer pengetahuan dan teknologi.

Kata kunci : kedelai, kelembagaan, perbenihan

PENDAHULUAN

Benih berkualitas merupakan faktor kunci keberhasilan usaha tani (Sadjad 1994; Copeland dan McDonald 1995). Oleh karena itu segala upaya untuk memperbaiki sistem penyediaan benih (termasuk benih kedelai) perlu terus dikembangkan dan harus mendapat dukungan dari semua pihak. Penggunaan benih kacang-kacangan (termasuk kedelai) bersertifikat oleh petani sekitar 10%, sedangkan sisanya menggunakan benih yang tidak jelas asal usulnya (Direktorat Perbenihan Tanaman Pangan 2006). Hal tersebut menunjukkan lambatnya laju peningkatan penggunaan benih bermutu oleh petani di Indonesia.

Pola distribusi benih di dalam suatu wilayah antara lain dipengaruhi oleh: (a) keberadaan/jumlah penangkar benih yang ada di dalam wilayah, (b) kepedulian petani-petani di wilayah terhadap penggunaan benih bermutu, (c) tingkat keyakinan petani akan manfaat penggunaan benih bermutu serta akses untuk mendapatkannya, (d) ketersediaan benih bermutu, (e) daya beli petani terhadap benih bermutu, dan (f) dorongan/partisipasi pemerintah daerah setempat mengenai pemberian kemudahan dalam mendapatkan benih bermutu.

Disisi lain, di dalam alur distribusi benih terdapat unsur-unsur yang mempengaruhi mutu benih, yaitu: ke mana benih didistribusikan, bagaimana cara distribusi, berapa lama waktu yang diperlukan untuk distribusi hingga benih sampai kepengguna, dan bagaimana status mutu benih sebelum didistribusikan. Jika teridentifikasi pola distribusi benih kedelai di suatu wilayah atau antarwilayah maka akan dapat ditentukan kapan dan di mana benih sumber diperlukan dalam rangka penyebaran varietas unggul baru sekaligus perbaikan mutu benih yang digunakan petani, sehingga diharapkan usaha peningkatan produksi kedelai di suatu wilayah dapat tercapai.

Prospek pengembangan sistem produksi benih kedelai cukup cerah, yang tercermin dari adanya peningkatan permintaan. Tingkat keuntungan dari bisnis benih bermutu ditentukan oleh tingkat efisiensi usaha, proporsi calon benih yang lolos sertifikasi, serta volume benih yang terserap konsumen.

Pemerintah mendorong tumbuh kembangnya penangkar benih kedelai berbasis komunitas dan mengharapkan terjadinya kerja sama dengan produsen benih yang cukup besar yang sudah ada, dan diharapkan dapat menampung hasil benih dari kelompok tani penangkar (Balitbangtan 2007). Untuk mewujudkan sistem Jalur Benih Antarmusim Antarwilayah (JABALSIM) diperlukan adanya hubungan penangkar antarwilayah, sehingga terbangun hubungan antarpenangkar dari berbagai wilayah di sentra-sentra produksi kedelai. Dengan cara demikian, sistem perbenihan kedelai akan menjadi baik.

KELEMBAGAAN FORMAL PERBENIHAN KEDELAJ

Berdasarkan fungsi dan tugasnya, kelembagaan perbenihan digolongkan menjadi lima, yaitu pembina, peneliti/pemulia, produsen, pedagang/penyalur, dan pengawas mutu benih. Dalam perbenihan, pembina adalah institusi yang menetapkan kebijakan perbenihan, pembinaan dalam penelitian, produksi dan pengawasan mutu benih.

Institusi pembina formal di tingkat pusat terdiri atas:

- Badan Benih Nasional,
- Direktorat Perbenihan (pelaksana teknis Lembaga Sertifikasi Sistem Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (LSSM BTPH), dan
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (pelaksana teknis adalah balai-balai komoditas nasional).

Institusi pembina formal di tingkat daerah:

- Dinas Pertanian, dengan pelaksana teknis: BPSB TPH dan Balai Benih Provinsi dan kabupaten

Kelembagaan pemerintah yang menangani perbenihan tanaman adalah Direktorat Perbenihan pada Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 96/Kpts/OT.210/2/1994 dan diperbarui dengan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 01/Kpts/OT.210/2001.

Direktorat Perbenihan bertugas merumuskan kebijakan, standarisasi dan bimbingan teknis serta evaluasi di bidang perbenihan tanaman pangan.

Lembaga Sertifikasi Sistem Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (LSSM BTPH) dibentuk berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 1100-1/Kpts/Kp.150/10/1999. Tujuan pembentukan LSSM BTPH adalah: 1. menjamin mutu dan meningkatkan daya saing produksi benih; 2. memberikan perlindungan kepada produsen dan masyarakat perbenihan; 3. Konsumen memerlukan Kelembagaan Pelayanan Sertifikasi Sistem Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura sebagai penjamin produk; dan 4. mendorong dan menumbuhkan kemandirian pelaku agribisnis perbenihan, dengan memberikan kewenangan kepada pelaku agribisnis yang mampu menjamin mutu benih. Direktorat Perbenihan Ditjen Tanaman Pangan dan Direktorat Perbenihan dan Sarana Produksi Ditjen Hortikultura telah ditunjuk sebagai pengelola LSSM BTPH. Tugas dan fungsi LSSM BTPH adalah melaksanakan Sertifikasi Sistem Mutu Benih pada pelaku agribisnis perbenihan.

Dalam melaksanakan tugasnya, LSSM BTPH bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian melalui Ditjen Tanaman Pangan dan Ditjen Hortikultura. Sampai saat ini LSSM BTPH telah mengeluarkan Sertifikasi Sistem Mutu Benih kepada sembilan produsen benih, yaitu PT BISI, PT Sang Hyang Seri, PT Dupont Hybrida Indonesia, PT East West Indonesia, PT Branita Sandhini, PT Jagung Hybrida Sulawesi, PT Benih Citra Indonesia, PT Agri makmur Pertiwi, dan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sertifikasi yang diberikan berlaku dalam jangka waktu tiga tahun. Sejalan dengan perkembangan waktu yang menuntut perlunya lembaga yang mampu mengakreditasi benih, beberapa produsen benih tersebut mampu melaksanakan sertifikasi benih mandiri. Di tingkat pusat, LSSM BTPH bertugas melakukan sertifikasi sistem manajemen mutu terhadap pelaku agribisnis atau unit usaha (perseorangan, kelompok atau badan hukum) di bidang perbenihan tanaman pangan dan hortikultura. Tugas sertifikasi benih mandiri meliputi pengendalian mutu benih, mulai dari proses produksi sampai dengan pemasangan label (sertifikat). Ruang lingkup kegiatan sertifikasi sistem manajemen mutu benih sesuai dengan ISO 9001-2008, mencakup kegiatan proses produksi maupun pascapanen, baik dalam menghasilkan benih maupun untuk keperluan konsumsi. Sejak 28 Januari 2005, LSSM BPTH telah mendapat akreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN) Nomor LSSM-020-IDN, dengan ruang lingkup kegiatan yang diperluas.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan merupakan bagian dari Badan Litbang Pertanian yang memiliki tugas dan fungsi melakukan perakitan dan pengembangan varietas unggul. Balai-balai penelitian bertanggung jawab terhadap ketersediaan Benih Pejenuk (*Breeder Seed*) dari varietas yang dihasilkannya sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku. Pemuliaan tanaman juga dilakukan oleh perusahaan swasta multinasional yang telah mempunyai instalasi penelitian.

Dinas Pertanian provinsi maupun kabupaten/kota berperan sebagai pembina perbenihan di daerah, terutama dalam pembinaan produksi dan distribusi benih. Dalam melakukan pembinaan perbenihan, Dinas Pertanian Provinsi memiliki dua pelaksana teknis, yaitu BPSB TPH dan Balai Benih Provinsi, sedangkan Dinas Pertanian Kabupaten hanya memiliki satu pelaksana teknis, yaitu Balai Benih Kabupaten.

Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPSB TPH) berdasar Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 461/Kpts/Org/11/1973 menetapkan Pengawasan Mutu dan Sertifikasi Benih dilakukan oleh Pusat, yaitu Sub-Direktorat Mutu Benih, Direktorat Bina Produksi. BPSB TPH melaksanakan Penilaian Kultivar, Sertifikasi Benih, Pengujian Laboratoris, dan Pengawasan Peredaran Benih di daerah yang merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Pusat.

Balai Benih didirikan sebelum kemerdekaan Republik Indonesia. Setelah merdeka, pemerintah mendirikan Kebun-kebun Bibit Desa, yang kemudian berubah menjadi Balai Benih. Produksi benih di daerah dilakukan oleh Dinas Pertanian Provinsi dan Dinas Pertanian Kabupaten. Dengan diberlakukannya otonomi daerah maka Balai Benih berubah menjadi Unit Pelaksana Teknis Dinas Pertanian dan sebagian statusnya masih dalam pembahasan Pemerintah Daerah. Berdasarkan tugas, fungsi, lokasi, dan tanggung jawab pembinaannya sebelum otonomi daerah. Balai-Balai Benih tersebut meliputi: Balai Benih Induk (BBI), Balai Benih Utama (BBU), dan Balai Benih Pembantu (BBP).

Kelembagaan informal yang mendukung perbenihan adalah kelembagaan Produsen dan Pemasaran Benih.

Produsen Benih

Pada tahun 1960-an telah dilepas varietas unggul baru yang berpotensi hasil tinggi, yang diharapkan memacu kinerja Balai Benih dalam perbanyak Benih Sumber. Namun, karena terkendala oleh dana dan sumber daya manusia terampil maka pemerintah membuat kebijakan perbenihan pada tahun 1970 dan usaha perbenihan dilimpahkan kepada swasta sebagai produsen benih. Sementara pemerintah bertanggung jawab dalam pelaksanaan penelitian, pembinaan dan penyuluhan, pengawasan mutu dan pemasaran benih. Implementasi kebijakan tersebut antara lain pembentukan Perum Sang Hyang Seri (SHS) pada tahun 1971 yang berstatus sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan berfungsi mendampingi Balai-Balai Benih dalam memproduksi benih untuk berbagai kelas benih, seperti Benih Dasar sampai Benih Sebar. Kemudian, Perum SHS berubah status menjadi perseroan terbatas. PT SHS mempunyai unit-unit pengolahan benih dan dalam memproduksi Benih Sebar bekerja sama dengan petani penangkar. Selain PT SHS, produsen benih swasta adalah PT Patra Tani, PT Pertani, PT BISI, PT Pioneer Hybrida Indonesia, PT Monsanto, PT Kerja, dan sebagainya.

Pedagang Penyalur Benih

Pedagang penyalur benih adalah pedagang yang bergerak dalam subsistem sarana produksi pertanian (saprotan). Pedagang saprotan akan menjembatani produsen benih dengan petani dalam menyiapkan sarana produksi yang mudah diakses. Dewasa ini banyak petani yang telah mengakses benih melalui pedagang yang disebut Kios Pertanian. Benih yang dijual bervariasi, mulai dari benih produksi dalam negeri maupun benih impor. Dengan demikian, Pedagang Penyalur Benih, baik di pusat maupun daerah, berperan penting dalam penyediaan benih yang diinginkan petani dan tersedia dalam beragam pilihan varietas. Namun, benih yang diperjualbelikan perlu diawasi supaya tidak merugikan petani.

Pedagang Penyalur Benih adalah perorangan atau badan hukum yang berusaha di bidang perdagangan dan penyaluran benih. Perorangan, Badan Hukum, atau Instansi Pemerintah yang akan memperdagangkan dan menyalurkan benih harus mendaftarkan kepada Menteri Pertanian melalui Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan. Kewenangan tersebut didelegasikan kepada BPSB yang berkedudukan di setiap provinsi. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh pedagang/penyalur benih adalah: (1) mematuhi peraturan perbenihan, (2) menjaga mutu benih yang diperdagangkan, (3) memiliki catatan administrasi yang terkait dengan aktivitasnya seperti data benih yang diperdagangkan, dan (4) melaporkan setiap terjadi perubahan data peredaran benih yang diperdagangkan. Bagi calon pedagang/penyalur yang mampu memenuhi persyaratan tersebut diberikan Tanda Daftar Pedagang/Penyalar Benih.

SISTEM PERBENIHAN KEDELAI

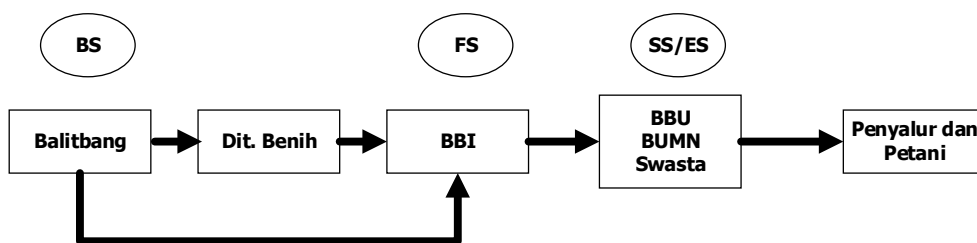
Sistem Perbenihan Formal

Salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani kedelai oleh petani adalah penggunaan benih bermutu. Dalam benak kita, logika benih bermutu adalah penggunaan varietas unggul kedelai yang sampai saat ini sudah dikeluarkan oleh pemerintah sebanyak 86 varietas unggul kedelai (Balitkabi 2016). Agar mutu benih tetap terjamin, penyebarannya diatur oleh seperangkat aturan (BPSB, 2004) antara lain:

- Keppres No. 27 tahun 1971 tentang Pembentukan Badan Benih Nasional (BBN);
- Undang-undang NO. 12 tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman;
- Peraturan Pemerintah No. 44 tahun 1995 tentang Perbenihan;
- Keputusan Mentan NO. 920 tahun 1996 tentang Pelepasan Varietas;
- Keputusan Mentan NO. 803 tahun 1997 tentang Sertifikasi dan pengawasan mutu benih bina
- Keputusan Mentan No. 1017 tahun 1998 tentang Izin produksi benih bina, izin pemasukan benih dan pengeluaran benih bina.

Banyaknya peraturan perbenihan tersebut, diharapkan pengadaan benih nantinya akan mengikuti pola enam tepat yaitu tepat varietas, mutu, waktu, jumlah, tempat, dan harga. Kenyataannya, di lapang pola ini tidak pernah tercapai secara utuh (Roesmiyanto *et al.* 2003).

Sistem perbenihan formal dari kedelai belum berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan penggunaan benih kedelai bersertifikat oleh petani hanya 5%, dan 93% dari benih berlabel tersebut diperoleh dari sistem “opkup” (Siregar 1999). Pada Gambar 1. menjelaskan alur benih dari varietas unggul yang baru dilepas (*Breeder Seed/BS*) oleh Balitbangtan, diteruskan oleh Direktorat benih untuk disebar ke Balai Benih Induk (BBI) yang selanjutnya diperbanyak untuk menghasilkan FS (*Foundation Seed*). Benih FS tersebut kemudian diperbanyak oleh Balai Benih Utama (BBU), BUMN (Perum SHS/PT. Pertani) dan Swasta yang masing-masing memproduksi *Stock Seed* (SS) atau *Extension Seed* (ES).



Gambar 1. Alur benih sistem formal

Badan Litbang Pertanian (Balitbangtan) hampir setiap tahun melepas varietas baru khususnya kedelai. Pelepasan varietas baru yang dilakukan lewat sidang pelepasan varietas oleh pemerintah dimulai sejak tahun 1924. Sudah cukup banyak varietas unggul yang ada, dan terdaftar, tetapi sayang sekali kondisi riil di lapang penanaman kedelai masih didominasi oleh varietas Wilis yang dikeluarkan pada tahun 1983. Dari laporan Heriyanto *et al.* (2004) terdapat keragaman penggunaan varietas kedelai yang ditanam petani, dan varietas Wilis menduduki urutan pertama atau 42% digunakan dalam usaha tani kedelai di Jawa Timur.

Fenomena diatas menunjukkan ada yang salah dalam sistem perbenihan formal untuk kedelai. Balitbangtan mempunyai tugas pokok hanya membuat varietas baru ‘yang lebih unggul’ sedangkan promosi atau penyebaran dilakukan oleh Direktorat Benih (selaku pihak pemerintah). Direktorat Benih menyebarkan benih ke BBI untuk dijadikan benih FS. Kondisi yang ada sekarang, penyebaran varietas oleh Direktorat Benih berdasarkan kebutuhan varietas yang diminta oleh BBI. Permintaan benih oleh BBI berdasarkan permintaan petani dan akan menghindari risiko (kerugian) dengan penggunaan varietas baru yang belum tahu kesesuaian untuk kondisi setempat (lahan dan pasar).

Hal yang sama juga dilakukan oleh penangkar-penangkar (BBU, BUMN, Swasta) yang memproduksi benih sebar (SS atau ES). Ketidakjelasan atau tidak terjaminnya pasar untuk menggunakan varietas baru menjadikan sebab mereka

masih menggunakan benih kedelai dengan varietas yang sudah jelas diterima pasar. Pertimbangan tersebut menjadi dasar dalam pengambilan benih FS ke BBI. Dari pengamatan yang dilakukan hanya ada satu BBI yang masih aktif dalam perbenihan kedelai di Jawa Timur, selebihnya BBI maupun BBU dengan semangat Otonomi Daerah (ODA) mengikuti kemauan otoritas wilayah setempat sudah tidak menangani benih kedelai tetapi memfokuskan ke benih padi. Demikian juga dengan BUMN, memproduksi kedelai bersifat temporer dan insidental bila ada permintaan besar dan proyek-proyek nasional tidak kontinu setiap saat untuk penyediaan petani.

Pengguna benih terakhir adalah petani dan preferensi petani dalam hal ini sangat penting untuk diketahui. Sasaran pokok dalam pemilihan varietas untuk benih adalah bagaimana merubah preferensi atau meyakinkan petani tersebut untuk menggunakan benih kedelai varietas baru yang lebih unggul.

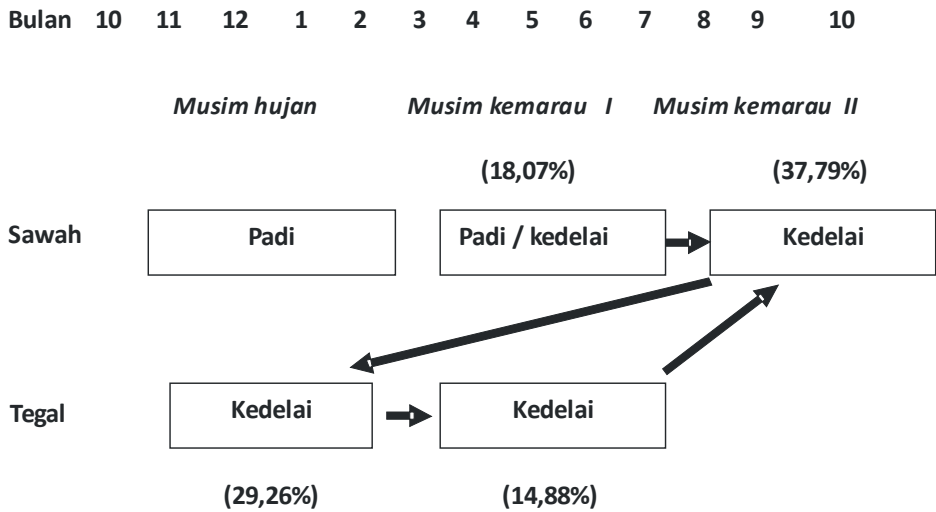
Sistem Perbenihan Informal

Sistem perbenihan informal sudah lama ada di petani yaitu penggunaan pola jabalsim (jalur benih antarlapang antarmusim). Pola pengadaan dan penyaluran benih kedelai yang berlangsung secara alami, yakni pengadaan benih yang disesuaikan dengan keadaan musim dan waktu daerah setempat. Dalam perkembangannya benih dengan sistem jabalsim belum tertata dengan baik.

Benih kedelai dengan sistem jabal umumnya tidak jelas asal usulnya dan kualitasnya (beragam). Penyediaan dan pengadaannya dikuasai oleh pedagang, sehingga mengabaikan teknik prosesing dan penyimpanan yang disyaratkan dalam perlakuan memproduksi benih. Teknologi penyimpanan yang mereka kuasai belum mampu meningkatkan daya simpan kedelai. Pada umumnya dalam kurun waktu tiga bulan daya tumbuh kedelai mengalami penurunan drastis (*drop*), sehingga tidak banyak (kurang berani) penangkar berkecimpung dalam perbenihan kedelai.

Seringkali sistem jabal dijumpai dalam dan antarkabupaten di Jawa Timur. Penanaman musim I (musim hujan) kedelai ditanam di tegal (29,26%) dari total areal kedelai di Jawa Timur per tahun sebesar 238.136 ha. Produksi MH digunakan di tegal untuk penanaman kedelai berikutnya dan sebagian lagi ditanam di sawah dengan persentase areal masing-masing 14,9% dan 18,1% yaitu pada musim tanam II (MK I). Pada penanaman musim III atau kemarau (MK II), kedelai ditanam di lahan sawah dan benihnya didapatkan dari hasil panen MK I.

Melihat proporsi persentase areal tanam untuk masing-masing musim tanam pengadaan benih kedelai secara kuantitas tidak masalah tercukupi, hanya segi kualitas yang perlu perhatian utama. Segi kualitas dalam pengertian umum dalam kaitan upaya peningkatan produksi nasional adalah mutu benih dan potensi hasil yang dicapai oleh masing-masing petani. Titik perhatiannya adalah bagaimana memasukkan benih dengan mutu baik dan mempunyai potensi hasil tinggi dari benih yang biasa dipakai (semula) ke dalam jaringan benih informal (Jabal) yang telah mantap berjalan di petani.



Gambar 2. Pola perbenihan kedelai sistem non formal (jabal) di Jatim
() Persentase luas tanam dari total luas areal kedelai di Jatim

KELEMBAGAAN POTENSIAL UNTUK PERBENIHAN KEDELAI

Identifikasi Kelembagaan di Pedesaan

Perbenihan kedelai merupakan usaha yang bertumpu pada bidang pertanian, sehingga banyak terkait dengan aspek lahan dan tanaman. Pedesaan identik dengan pertanian, sehingga banyak kelembagaan yang ada atau terbentuk dan terkait dengan bidang pertanian. kelembagaan-kelembagaan yang menunjang aktivitas perbenihan kedelai sudah ada (atau pernah ada). Permasalahannya adalah mungkin tidak berjalan, berjalan tapi tidak efektif, tidak ekonomis, atau tidak adil bagi pihak lain. Karena itu, yang harus dilakukan bukan membangun kelembagaan yang baru, namun lebih kepada merevitalisasi atau melakukan pembaruan kelembagaan yang sudah ada tersebut.

Diagram kelembagaan atau diagram Venn dibuat untuk memudahkan pemahaman kelembagaan atau institusi kunci apa yang mempengaruhi kegiatan perbenihan kedelai yang dilakukan oleh masyarakat desa yang dikaji, baik secara langsung maupun tak langsung. Institusi yang dimaksud dapat berada di dalam desa, di tingkat kecamatan, dan tingkat kabupaten serta dapat merupakan lembaga pemerintah, swasta dan individu tertentu. Di dalam diagram kelembagaan digambarkan tiga kondisi yaitu: (a) kepentingan relatif setiap institusi yang dicerminkan oleh besarnya ukuran lingkaran; (b) kedekatan hubungan setiap institusi yang dicerminkan oleh jarak antarinstitusi; dan (c) ruang lingkup pengaruh setiap institusi.

Beberapa tahap kegiatan yang perlu dilakukan dalam pembuatan diagram kelembagaan adalah sebagai berikut: (a) identifikasi institusi/lembaga dan individu kunci di lingkup desa yang dikaji yang dapat mempengaruhi pengambilan keputusan petani; (b) identifikasi ruang lingkup fungsional dan kepentingan relatif dari setiap institusi; (c) identifikasi hubungan sosial, fungsional, institusional antar setiap institusi dengan petani dan antarinstitusi; (d) identifikasi jarak fisik dan kedekatan hubungan sosial, fungsional antara petani dengan setiap institusi dan antarinstitusi; dan (e) identifikasi informasi yang sama untuk institusi/lembaga dan individu kunci yang berada di luar lingkup desa yang dikaji atau yang berada di tingkat kecamatan atau kabupaten.

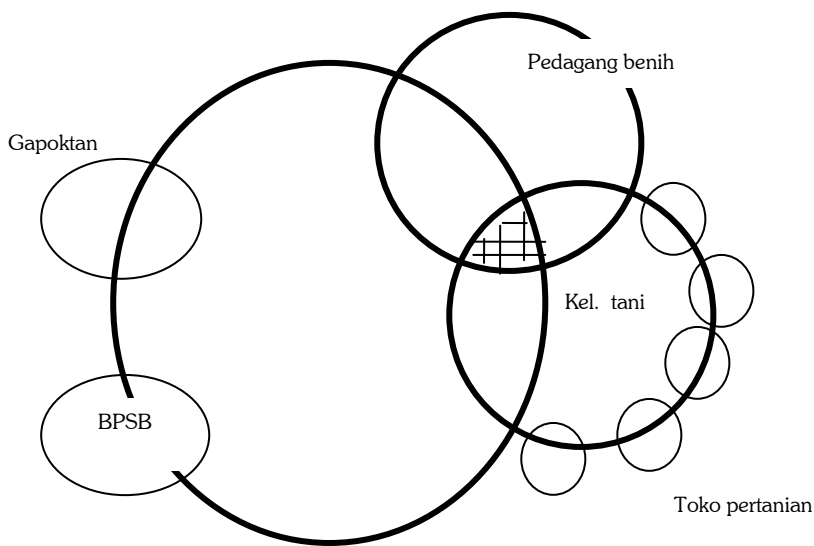
Kelembagaan yang berperan dalam perbenihan kedelai adalah kelembagaan kelompok tani dan pedagang besar benih. Pola pengadaan benih kedelai untuk petani lebih efektif dan banyak dilakukan oleh kelompok tani, baik melalui pola jabalsim atau adanya proyek pemerintah (bantuan benih). Sehingga koordinasi usaha tani kedelai skala kecil dalam satu wilayah dapat diberdayakan melalui kelompok tani menjadi satu kesatuan usaha benih kelompok. Kelembagaan Gapoktan dan BPSB dalam perbenihan kedelai ini hanya bersifat fasilitator dan regulator dari alur benih kedelai. Sedangkan beberapa kelembagaan tidak langsung terkait pada perbenihan, tetapi secara institusional terkait dengan kelompok tani. Kelembagaan tersebut adalah bank, toko pertanian, KTNA, HIPPA, dan penjual jasa perontok (*thresher*).

Pedagang benih banyak berperan dalam pengadaan benih yang lebih luas misal antarkabupaten atau pulau. Pola jabalsim yang kurang atau tidak lancar alur pengadaan benih dalam satu wilayah, maka pedagang benih sangat berperan dalam hal ini.

Terlihat Gambar 3 pada diagram Venn adanya interseksi dari ketiga kelembagaan perbenihan, kelompok tani dan pedagang besar yang mengindikasikan perlunya dibangun suatu jejaring kemitraan dalam perbenihan kedelai tersebut. Kelompok tani tidak bisa menjual kelebihan produksi benihnya tanpa bantuan pihak swasta (spesifikasi pedagang besar benih). Dengan demikian akan terbentuk jaringan pemasaran benih kedelai yang berkesinambungan. Pola usaha perbenihan ini tetap mengacu pada sistem jabalsim antarwilayah dalam satu daerah/kabupaten maupun antarwilayah antarkabupaten.

Secara bertahap nantinya pengusaha-pengusaha benih informal seperti di atas diberdayakan untuk menjadi pengusaha yang produknya menggunakan label (benih yang bersertifikat). Sertifikasi benih kedelai banyak dikeluhkan dan dihindari oleh pelaku bisnis benih kedelai karena biaya sertifikasi yang membebani biaya usaha perbenihan, sehingga mengurangi marjin keuntungan yang relatif sudah kecil. Disamping itu, prosedur sertifikasi cukup lama, sehingga masa benih habis sebelum label sertifikasi keluar, serta masa berlaku label pendek hanya 3 bulan, sedangkan prosesing untuk menjadi benih membutuhkan 1,5 bulan. Dengan usaha kemitraan maka proses pelabelan dapat dilakukan oleh pengusaha

(pedagang besar) karena margin keuntungan yang diperoleh mampu untuk melakukan sertifikasi (Tabel 1).



Gambar 3. Diagram Venn kelembagaan potensial perbenihan kedelai.

Melihat produktivitas riil di lapang (di atas 2 t/ha), seperti petani di Grobogan yang menggunakan benih varietas Grobogan, maka harga benih sampai Rp 10.000-12.000 tidak menjadi masalah petani tetap mencari benih tersebut. Dengan begitu upaya mendorong petani ke *label minded* seperti halnya pada komoditas padi tidak mustahil untuk dilakukan. Dari peluang bisnis, maka usaha perbenihan kedelai sangat menarik dari aspek keuntungannya.

Dalam usaha benih kedelai terlihat sekali perbedaan orientasi bisnisnya dari kedua pelaku usaha. Kelompok tani lebih mengutamakan kebutuhan dalam kebersamaan, sehingga tingkat harga benih lebih rendah. Akan tetapi pedagang lebih kental nuansa bisnisnya sambil melihat situasi di lapang, sehingga harganya lebih tinggi. Sebagai gambaran benih kedelai dari daerah yang sama seharga Rp 6.000 per kg dijual oleh kelompok tani dengan harga Rp 6.500, tetapi pedagang benih akan menjual berkisar Rp 7.000-9.000 per kg.

Sistem 'Jabal' sangat sesuai untuk perbenihan kedelai dengan disertai perbaikan teknik dan manajemen produksi, pemasaran serta distribusi benihnya. Pada perbaikan teknik dengan cara introduksi teknologi produksi dan pasca produksi (*prosesing*), sedangkan manajemen produksi dengan melibatkan komunitas petani yang tergabung dalam kelompok tani. Sedangkan perbaikan pemasaran dan distribusi benih yaitu mengembangkan jejaring kemitraan dengan pengusaha benih yang berspesifikasi pedagang besar.

Tabel 1. Karakteristik pelaku usaha perbenihan kedelai.

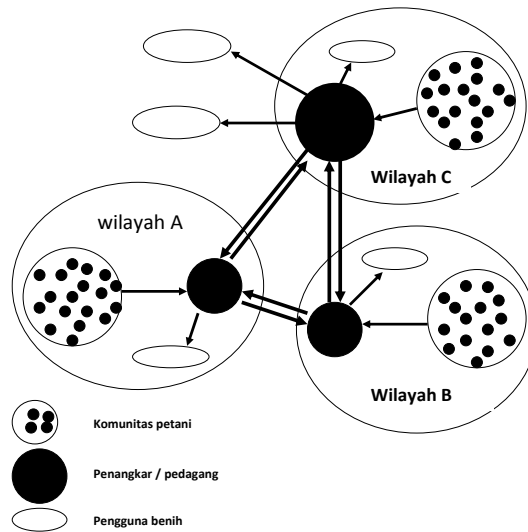
Karakteristik	Kelompok tani	Pedagang besar benih
Penguasaan lahan	Dibawah 100 ha	Diatas 1000 ha
Kebutuhan benih	Terbatas	Tidak terbatas
Konsumsi benih	Sendiri	Dijual
Permodalan	Terbatas	Kuat
Kapasitas produksi benih per musim	Dibawah 100 ton	Diatas 1000 ton
Jangkauan pemasaran oleh pengguna	Terbatas	Luas
Target pasar	Belum jelas	Sudah terbentuk
Pengambilan (marjin) keuntungan (Rp/kg)	Dibawah 500	Diatas 500
Marjin keuntungan (%)	10-15%	Diatas 25%

Introduksi teknologi penyimpanan benih kedelai belum mendapat respon positif petani. Hal ini karena (1) faktor kebutuhan petani yang lebih senang menjual semua hasil panennya, sedangkan pengadaan untuk benih mendatang lebih tertarik dengan cara membeli, (2) jangka waktu penyimpanan yang panjang (1 tahun), (3) mengetahui sifat kedelai yang berdaya tumbuh rendah, petani masih mempunyai keyakinan kurang dengan teknologi penyimpanan tersebut.

Perbenihan Berbasis Masyarakat (Komunitas)

Kelembagaan yang dibangun dalam menangani perbenihan kedelai adalah dengan berbasis pada komunitas atau petani yang tergabung dalam kelompok tani dan apabila digambarkan dalam struktur aliran produknya (*supply chain*) adalah seperti pada Gambar 4. Adanya kerjasama usaha dalam satu kesatuan antara produsen sampai dengan pengguna benih (konsumen) yang terjalin tidak saja dalam satu wilayah (daerah, kabupaten) tapi juga di luar wilayah dengan peran pedagang besar sebagai mitra kerja pada aspek pemasarannya.

Dengan sistem perbenihan ini diharapkan adanya perbaikan dalam sistem penyediaan benih kedelai, baik produksi, penyebaran/distribusi, mutu benih, dan kemungkinan dilakukannya pengadaan/produksi benih di tingkat petani secara berkelompok (berbasis komunitas). Adapun dampak yang dapat diharapkan adalah terpenuhinya (digunakannya) benih kedelai bermutu tinggi yang memenuhi syarat 'enam tepat' penggunaan benih (tepat varietas, tepat jumlah, tepat waktu, tepat lokasi, tepat mutu dan tepat harga) oleh para petani.



Gambar 4. Struktur *supply chain* benih kedelai berbasis komunitas. (Sumber: Rozi 2008)

Dampak lain yang diharapkan adalah semakin terbukanya pasar (menarik daya beli petani) bagi benih kedelai di tingkat petani. Dengan demikian akan mendorong tumbuh kembangnya produsen benih sumber (SS dan FS), dan semakin termanfaatkannya secara optimal benih sumber BS (*Breeder Seed*) yang dihasilkan oleh Balitkabi. Dengan demikian, secara otomatis akan memperbaiki/mempercepat alur benih sumber dari BS (*Breeder Seed*/Benih Penjenis) hingga ES (*Extention Seed*/Benih Sebar) yang hingga kini masih macet.

MENUMBUHKAN PENANGKARAN BENIH KEDELAI DI MASYARAKAT

Pilihan Usaha Ekonomis Untuk Perbenihan Kedelai

Usaha penangkaran benih kedelai akan prospektif dengan melihat perkembangan kebutuhan kedelai mendatang. Usaha ini menjanjikan tambahan keuntungan antara 17-62% dibanding dengan usaha tani untuk kedelai konsumsi (Tabel 1). Di Sulawesi Tenggara usaha penangkaran benih kedelai memberikan tambahan keuntungan hampir lima kali dari tambahan biaya yang digunakan untuk usaha tani (MBCR 4,65) (Abidin dan Harnowo 2014). Ada tiga pilihan skenario pola kerja sama yang saling menguntungkan dalam produksi benih antara petani/kelompok tani dengan pedagang benih yaitu: Skenario 1: Benih diproduksi oleh petani sampai mendapatkan label sertifikasi, pada skenario ini disarankan tingkat harga di petani 45% di atas harga konsumsi. Skenario 2: Pedagang membeli calon benih dari petani, sehingga petani memproduksi sampai panen dan pascapanen ditangani oleh pedagang dan disarankan tingkat harga di petani 10% di atas harga

konsumsi; serta skenario 3: benih dipinjami oleh pedagang dan dikembalikan oleh petani saat panen; pedagang membeli calon benih dari petani, sehingga petani memproduksi sampai panen dan pascapanen ditangani oleh pedagang, disarankan tingkat harga di petani minimal 8% di atas harga konsumsi.

Tabel 2. Analisa finansial per unit (kg) usaha tani kedelai dengan beberapa skenario.

Komponen biaya	Usaha kedelai konsumsi (Rp/kg)	Usaha benih skenario 1 (Rp/kg)	Usaha benih skenario 2 (Rp/kg)	Usaha benih skenario 3 (Rp/kg)
Harga konsumsi	7.000	-	-	-
Biaya proses produksi	3.704	3.704	3.704	3.000
Keuntungan konsumsi	3.296	-	-	-
Biaya prosesing:				
Penjemuran (<10%)		150	150	
Sortasi (4 %)			260	
Sertifikasi			200	
Penyusutan (5%)			290	
Packing			230	
Total biaya produksi benih			1130	
Harga benih		7.700	10.150	7.560
Keuntungan benih		3.846	5.316	4.560
Persentase keuntungan dari penjualan konsumsi	-	17%	62%	38%

Sumber: data diolah (Rozi 2008)

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa keuntungan yang diperoleh dari usaha benih pada skenario 3 lebih aman dan *profitable* bagi petani. Meskipun pada skenario 2 menjanjikan keuntungan yang paling tinggi, tetapi berisiko dan membutuhkan penambahan modal untuk biaya pasca panen. Hal ini yang kurang diminati oleh petani, mengingat petani di sekitar hutan bermodal terbatas dan petani miskin. Apabila petani hanya memproduksi untuk konsumsi memperoleh keuntungan yang paling rendah yaitu Rp 3.296 per kg dan ini tidak terpenuhi sasaran untuk tujuan pengadaan benih kawasan hutan.

Skenario 1 juga dapat disarankan ke petani, karena dengan penambahan sedikit perlakuan penjemuran untuk mendapatkan standar kadar air yang layak benih mendapatkan tambahan keuntungan sebesar Rp 550 atau (15%). Standar kadar air benih yang diinginkan adalah maksimal 12%, sedangkan kadar air kedelai saat dipanen lebih dari 14%. Apabila petani menginginkan menjual calon benih seperti pada skenario 1, maka penjemuran bisa dilakukan sekali setelah panen pada cuaca normal.

Kurang berminatnya penangkaran benih pada sistem formal adalah nilai ekonomis yang kecil. Hal ini menyebabkan tidak banyak penangkar maupun swasta yang berminat dalam memproduksi benih kedelai berlabel. Alasan teknis

keengganan penangkar dalam membuat benih dengan sistem formal (berlabel) adalah tingkat kelayakannya sangat rendah dan cenderung tidak layak (Van Santen dan Heriyanto 1996; Nugraha *et al.* 1995). Hal ini karena: 1) Mutu (genetik dan daya tumbuh) benih bersertifikat tidak lebih baik dibandingkan benih lokal (benih yang diperoleh dari sistem perbenihan informal); 2) harga benih lokal lebih murah; 3) benih bersertifikat tidak selalu tersedia (dari segi varietas, waktu, dan kualitas) pada saat petani membutuhkan; dan 4) daya simpan benih kedelai sangat pendek karena teknologi tepat guna belum diterapkan.

Upaya Kemitraaan

Tujuan kemitraan

Tujuan dalam kemitraan adalah kemandirian dalam berusaha dan peningkatan taraf hidup yang bermitra. Contoh konkrit bermitra adalah model hubungan produksi inti-plasma. Dalam perspektif inti-plasma adalah petani menjadi pihak plasma dan pemilik modal (badan usaha negara, firma swasta) menjadi pihak inti.

Syarat-syarat dalam kemitraan

1. Menciptakan sinergi dalam usaha produktif
2. Saling menguntungkan kedua pihak
3. Mempunyai kekuatan posisi tawar sama
4. Adanya transfer teknologi dalam usaha
5. Adanya bantuan permodalan dan jaminan pasar
6. Posisi bebas dalam manajemen usaha (tidak ada intervensi)
7. Saling percaya dan jujur

Aplikasi model kemitraan

1. Proporsional dalam hak dan kewajiban
2. Transparan (adanya keterbukaan) dalam proses kemitraan
3. Tidak ada dominasi dari salah satu pihak

Kegagalan atau kelemahan yang sering dijumpai dalam kemitraan

1. Model hubungan yang tidak seimbang
2. Adanya dominasi dari salah satu pihak
3. Pembebanan resiko produksi yang tidak seimbang

Strategi dasar dalam penanganan kemitraan

Prinsip kemitraan adalah semua pihak saling diuntungkan, yaitu petani sebagai penangkar memperoleh kepastian pasar atas komoditas yang dihasilkan, sedangkan pedagang benih memperoleh kepastian benih bermutu. Karena itu antara petani/kelompok tani semestinya bekerjasama dalam suatu model kemitraan yang melembaga. Dimaksud dengan melembaga adalah kerjasama tersebut telah men-

jadi bagian yang tidak terpisahkan (terpadu) dari kegiatan bisnis masing-masing. Yakni adanya perjanjian kerjasama yang didasarkan atas saling percaya (tidak tertulis maupun yang tertulis).

PENUTUP

1. Kelembagaan perbenihan kedelai sudah ditetapkan dan diatur di Keputusan Menteri Pertanian Nomor 96/Kpts/OT.210/2/1994 dan diperbarui dengan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 01/Kpts/OT.210/2001 berdasar tupoksi.
2. Sistem perbenihan kedelai secara formal belum berjalan dengan baik walaupun pengaturan kelembagaan sudah ditetapkan dengan Kepmentan.
3. Dukungan kelembagaan yang ada di pedesaan berpotensi menjadi alternatif solusi perbaikan perbenihan kedelai dan berbasis komunitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. dan D. Harnowo. 2014. Analisis finansial dan persepsi petani terhadap penangkaran benih kedelai di Sulawesi Tenggara. *J. Pengkajian dan Pengemb. Tek. Pert.* 17(3):243–249.
- Balitbangtan. 2012. Inovasi terkini kedelai dan jagung menambah penghasilan petani. Balitbangtan Pertanian, Jakarta.
- Balitikabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Balitikabi. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 218 hlm.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1995. *Principle of Seed Science and Technology*. Third edition. Chapman & Hall, New York, USA. 408 p
- Direktorat Perbenihan Tanaman Pangan. 2006. Program pengembangan dan kebijaksanaan perbenihan tanaman pangan tahun 2006. Makalah pada Forum Perbenihan Jawa Timur, Batu, 14-16 Maret 2006. 18 hlm.
- Heriyanto, R. Krisdiana, F. Rozi, M. Rachmat, I. Sutrisno, T. Adisarwanto, H. Kuntastyuti, A. Taufiq, Marwoto, S.W. Indiaty, M.M. Adie, Z. Arifin, dan S. Supadmo. 2004. Adopsi dan penyebaran varietas unggul kedelai. Laporan PAATP. Balitikabi Malang.
- Nugraha, U.S., H. Smolders, and N. Saleh. 1995. Seed quality of secondary food crops in Indonesia. Workshop on Integrated Seed Systems for Low Input Agriculture. 24-27 October 1995. RILET. 13 pp.
- Roesmiyanto, Suyamto, S. Yuniastyuti, G. E. Suhardjo, Sukarno, S. Rusmarkam, dan F. Kasijadi. 2003. Teknologi perbenihan kedelai Jabalsim terkendali. *Bul. Tani*. Edisi VI. Desember 2003. Dinas Pertanian Provinsi Jatim.
- Rozi, F. 2008. Dukungan sistem perbenihan berbasis komunitas terhadap kedelai unggulan varietas Grobogan. Makalah disampaikan pada Sem. Nas. Pengembangan Kacang-kacangan dan Umbi-umbian di UNS Surakarta. Kerjasama antara Balitikabi, BPTP Jawa Tengah dan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Sadjad. S. 1994. Kuantifikasi Metabolisme Benih. *Grasindo*, Jakarta. 145 hlm.
- Siregar, M. 1999. Metode alternatif penentuan tingkat hasil dan harga kompetitif: kasus kedelai. *J. Forum Agro Ekonomi (FAE)* 17(1):66-73.

Van Santen, C.E. and Heriyanto. 1996. The source of farmers' soybean seed in Indonesia. In Amstel H.v, J.W.T. Bottema, M. Sidik and C.E. van Santen (Eds). Integrated Seed Systems for Annual Foodcrops. Proc. of a Workshop. CGRPT Centre, RILET and PERAGI, Malang.