

Peningkatan Produktivitas Kacang Tanah Melalui Penerapan Komponen Teknologi Kunci

Eman Paturohman dan Sumarno

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

Jl. Merdeka 147 Bogor 16111

Email: e.paturohman@gmail.com

Naskah diterima 11 Agustus 2014 dan disetujui diterbitkan 9 September 2014

ABSTRACT

Increasing Groundnut Productivity by Applying Key Technology Components. Groundnut is a legume crop which is widely distributed in the tropical countries. Of the total world harvested area of 29.4 million ha, tropical countries in Asia and Africa accounted for 92%, while in North America, Central and South America only 5.6%. The productivities of groundnut in the world vary greatly, from 0.5 t/ha to 3.5 t/ha dry pod. The main limiting factors for groundnut productivity are drought stress and diseases incidences, especially leaf spot (*Cercospora* sp). Critical stage for water shortages which greatly reduces productivity is during the generative stadia, which starts from flowering to pod filling. For spanish type varieties which are widely planted in Indonesia, critical phase occurs at age from 35 to 80 days. The productivity of groundnut in Indonesia is low, similar to that in India, Ghana and Nigeria, the major groundnut producers in the world. Although many factors account for the low groundnut yield in Indonesia, the inadequate soil moisture and leaf diseases are considered as the two main causes. To improve the productivity of groundnut at the existing production centers, the provision of supplemental irrigation or by way of planting time adjustment so that the rainfalls supply sufficient soil moisture during the generative phase, followed by leaf disease control, are the two keys technology components that need to be adopted. Appropriate planting time and applying fungicide to control leaf diseases at about 50 and 65 days after planting, produced yield up to 2 t/ha dry pods or 1.5 t/ha of dry kernel. Advanced technology consisted of deep soil tillage, planting seeds on the ridges, mulching (covering the ridges) with polyethen plastic and supplementing irrigation, as is done in China, could obtain maximum productivity of 6 t to 8 t/ha dry pods. This technology needs to be tested in Indonesia to overcome the present groundnut stagnant low productivity.

Keywords: Groundnut, leaf disease, drought, productivity.

ABSTRAK

Kacang tanah merupakan tanaman leguminosa yang menyebar secara kosmopolit di negara-negara tropis. Dari total luas panen kacang tanah dunia 29,4 juta ha, negara-negara tropis Asia dan Afrika mengambil porsi 92%, sedangkan negara-negara Amerika Utara, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan hanya memiliki porsi luasan 5,6%. Produktivitas kacang tanah di dunia sangat beragam, dari 0,5 t/ha hingga 3,5 t/ha. Faktor pembatas utama produktivitas kacang tanah adalah cekaman kekeringan dan gangguan penyakit, terutama bercak daun (*Cercospora* sp). Fase kritis terhadap kekurangan air yang menurunkan produktivitas adalah stadia generatif, dari mulai berbunga hingga pengisian polong. Untuk varietas tipe spanis yang banyak ditanam di Indonesia, fase kritis terjadi pada tanaman berumur mulai 35 hingga 80 hari. Produktivitas kacang tanah di Indonesia termasuk rendah, setara dengan produktivitas di India, Ghana, dan Nigeria yang merupakan produsen utama di dunia. Walaupun faktor penyebab rendahnya hasil kacang tanah di Indonesia cukup banyak, cekaman kekeringan dan gangguan penyakit daun dinilai sebagai dua penyebab utama. Untuk meningkatkan produktivitas kacang tanah pada sentra produksi, suplementasi irigasi atau penyesuaian waktu tanam agar kelembaban tanah mencukupi pada fase generatif, disertai pengendalian penyakit daun, merupakan dua komponen teknologi kunci yang perlu diadopsi. Waktu tanam yang tepat dan pengendalian penyakit daun menggunakan fungisida pada tanaman berumur sekitar 50 dan 65 hari dapat meningkatkan produktivitas mencapai 2 t/ha polong kering atau 1,5 t/ha biji kering. Teknologi maju terdiri atas pengolahan tanah secara dalam, penanaman benih pada guludan, pemberian mulsa (penutup guludan) plastik *polyethen* dan pengairan, seperti yang dilakukan di China, mampu memberikan produktivitas maksimal 6-8 t/ha polong kering. Teknologi tersebut perlu diteliti di Indonesia guna mengatasi produktivitas kacang tanah yang stagnan rendah.

Kata kunci: Kacang tanah, penyakit daun, kekeringan, produktivitas.

PENDAHULUAN

Kacang tanah merupakan tanaman leguminosa biji (*grain legume*) yang adaptasinya lebih dominan pada wilayah bersuhu tinggi di negara-negara tropis. Kesesuaian tumbuh tanaman pada suhu dengan kisaran sangat sempit, antara 25°-30°C, menjadi pembatas penyebaran kacang tanah (Ketring *et al.* 1982). Pada suhu di bawah 18°C pertumbuhan ontogeni tanaman diperlambat, dan pada suhu 35°C atau lebih, pembentukan biomas tertekan (Awal and Ikeda 2002). Penelitian Bhagsari dan Brown (1976) menunjukkan bahwa daun kacang tanah mencapai fotosintesis maksimum pada suhu 30°C, sedang pada suhu di bawah 20°C dan di atas 30°C fotosintesis berjalan lambat. Akan tetapi di banyak negara penghasil kacang tanah, faktor pembatas utama produktivitas adalah cekaman kekeringan, karena pertumbuhan tanaman bergantung pada curah hujan (Bandyopadhyay *et al.* 2005; Woli *et al.* 2013; Unger *et al.* 1988).

Hampir semua provinsi di Indonesia sebenarnya memenuhi persyaratan tumbuh kacang tanah, namun Indonesia tidak pernah dapat menjadi produsen utama di dunia, karena terbatasnya lahan. Luas panen kacang tanah menurut data BPS berkisar antara 500.000-600.000 ha, tetapi kemungkinan data tersebut bias ke atas. Di setiap sentra produksi kacang tanah, luas hamparan tanaman kurang dari 5.000 ha, yang berarti tanaman kacang tanah sangat tersebar, dan setiap petani kacang tanah menanam pada area yang sempit.

Dari total area panen kacang tanah 29,4 juta ha di seluruh dunia setiap tahun, 92% di antaranya terdapat di negara tropis Asia dan Afrika masing-masing dengan porsi 60% dan 32%. Amerika Serikat, Amerika Selatan, dan Amerika Tengah hanya memiliki area panen 5,6% (FAO 2014). Australia menyumbang 0,04% luas panen kacang tanah dunia atau 11.100 ha, dan Amerika Serikat 2,2% atau 650.740 ha. Namun budi daya kacang tanah di dua negara tersebut paling maju dan produktivitasnya tertinggi. Di Amerika Selatan di sekitar pegunungan Andes, termasuk Peru, Brazil, Bolivia, Colombia, Paraguay, memiliki luas panen kacang tanah kurang dari 100 ribu hektar, padahal kacang tanah berasal dari wilayah tersebut.

Walaupun kacang tanah telah beradaptasi lama pada sistem usahatani di Indonesia, namun komoditas ini belum pernah menjadi tanaman pokok yang diproduksi dalam skala luas. Usaha produksi kacang tanah di Indonesia terkait erat dengan usahatani skala kecil yang bersifat subsisten. Tidak pernah dijumpai petani menanam kacang tanah mencapai luasan 5 ha atau lebih, yang terbanyak pada skala 0,2 hingga 1,0 ha per petani. Kacang tanah hanya berstatus sebagai tanaman penyelang atau tanaman tumpang sari. Dibandingkan dengan tanaman

komersial lainnya, budi daya kacang tanah termasuk paling lambat mengadopsi penggunaan alat mesin pertanian.

Sempitnya skala usaha dan status kacang tanah sebagai tanaman penyelang, serta tidak terdapatnya tapak lahan khusus untuk kacang tanah, nampaknya menjadi hambatan pengadopsian teknologi maju. Teknik budi daya kacang tanah petani dalam 50 tahun terakhir belum banyak mengalami perubahan, hanya dalam aspek varietas yang kini tersedia lebih banyak pilihan. Akan tetapi, tersedianya teknologi berupa komponen varietas unggul, tanpa pengelolaan tanaman yang lebih baik, produktivitas tidak relatif berbeda dibandingkan dengan varietas lokal atau varietas unggul lama. Hal-hal tersebut nampaknya menjadi penyebab tetap rendahnya produktivitas kacang tanah di Indonesia.

Penggunaan utama biji kacang tanah pada awalnya hanya sebatas untuk bahan minyak goreng, sehingga kacang tanah sering digolongkan sebagai biji penghasil minyak (*oil seed*). Sebelum tahun 1990 sekitar 35% produksi kacang tanah dunia diproses menjadi minyak dan 65% untuk berbagai industri makanan (FAO 2014). Dengan berkembangnya industri minyak yang berasal dari kedelai, jagung, dan kelapa sawit, penggunaan kacang tanah bergeser ke industri makanan. Hal itu ditunjukkan oleh besarnya impor kacang tanah untuk industri makanan di Inggris, Belanda, Jerman, Prancis, Rusia, Canada, Jepang, Hongkong, dan Singapura, yang menyerap 74% stok kacang tanah di pasar dunia. Untuk memenuhi kebutuhan industri makanan tersebut, Indonesia sebagai negara produsen kacang tanah belum dapat memasok ke pasar internasional, justru masih harus mengimpor sekitar 200.000 ton biji per tahun, atau sekitar 3,5% stok kacang tanah di pasar internasional. Ekspor kacang tanah dikuasai oleh negara produsen dengan total area panen yang luas, termasuk China-Tiongkok, India, Tanzania, Sudan, Nigeria, Senegal dan Amerika Serikat (FAO 2014).

Kacang tanah menjadi komoditas perdagangan internasional dengan permintaan global yang bersifat stabil, kontinu, dan tidak mengenal musim. Indonesia sebenarnya memiliki keuntungan banding (*comparative advantage*) yang tinggi dalam hal peluang untuk berproduksi, karena suhu harian yang tinggi dan curah hujan tahunan yang melimpah, sehingga dapat mengusahakan kacang tanah sepanjang tahun. Dengan penerapan teknologi maju, sebenarnya terdapat peluang untuk meningkatkan produksi kacang tanah nasional.

Makalah ini membahas komponen teknologi yang menjadi kunci untuk memperoleh produktivitas tinggi, yang perlu diadopsi petani guna meningkatkan produktivitas nasional kacang tanah.

NEGARA PRODUSEN KACANG TANAH DUNIA

Menurut data statistik FAO (2014), terdapat 91 negara penanam kacang tanah di seluruh dunia, terbanyak di Afrika dan Asia (Tabel 1). Di Asia, China-Tiongkok dan India merupakan negara produsen kacang tanah terluas di dunia, masing-masing mencapai 4,7 juta dan 4,9 juta ha setiap tahun. Indonesia pada tahun 2012 tercatat memiliki luas area panen 559.000 ha, tetapi kemungkinan besar data tersebut bias ke atas, karena tiadanya lahan khusus yang diperuntukkan bagi penanaman kacang tanah. Di lapangan sangat sulit menemukan hamparan tanaman kacang tanah yang luasnya mencapai 5.000 ha. Oleh karena sangat menyebarnya area panen kacang tanah dan masing-masing petani memiliki area yang sangat sempit, kemungkinan menjadikan data luas panen kacang tanah cenderung bias ke atas.

Di Afrika, produsen utama kacang tanah adalah Nigeria dan Sudan, masing-masing dengan area panen

2,4 juta dan 1,6 juta ha. Banyak negara di Afrika memiliki luas panen lebih dari 200.000 ha (Tabel 1). Perkembangan tanaman kacang tanah yang meluas dan menyebar di Afrika menunjukkan terdapatnya kesesuaian tanaman ini pada wilayah yang bersuhu tinggi dan beriklim kering.

Produktivitas kacang tanah dunia sangat beragam, dari 0,29 t/ha di Mozambik, hingga 3,57 t/ha polong kering di China-Tiongkok, 4,69 t/ha di Amerika Serikat, dan 5,71 t/ha di Nikaragua (Tabel 1). Mesir dengan luas panen yang relatif sempit (62.468 ha) memiliki produktivitas tinggi, 3,29 t/ha polong kering. Data produktivitas nasional di atas 3 t/ha polong kering perlu ditafsirkan lebih hati-hati karena kemungkinan terjadinya bias data. Di sebagian besar negara di Afrika, produktivitas kacang tanah nasional kurang dari 1 t/ha, disebabkan terutama oleh cekaman kekeringan dan penyakit daun (Naab *et al.* 2004). Produktivitas kacang tanah di Indonesia baru setara dengan di India, Myanmar, Filipina, dan Pakistan, berkisar 1,2-1,4 t/ha polong kering, yang tergolong masih rendah.

Tabel 1. Negara penghasil utama kacang tanah di dunia.

Negara	Luas panen (x 1000 ha)			Produktivitas (t/ha) polong kering		
	2005	2010	2012	2005	2010	2012
Asia - Australia						
China-Tiongkok	4.662	4.527	4.7	3,08	3,46	3,57 *
1. India	6.736	5.86	4.9	1,19	1,41	1,18
2. Indonesia	720	620	559	1,23	1,26	1,27
3. Myanmar	684	867	880	1,52	1,57	1,56
4. Vietnam	270	231	221	1,81	2,10	2,13
5. Australia	14	12	11	2,29	2,32	2,23
Afrika						
1. Burkina Faso	275	410	398	0,80	0,82	0,78
2. Kamerun	209	378	410	1,65	1,42	1,39
3. Chad	480	470	410	0,94	0,85	0,91
4. Rep. Congo	473	477	477	0,54	0,64	0,69
5. Ghana	450	356	345	0,93	1,50	1,40
6. Malawi	248	295	353	0,57	1,00	0,95
7. Mali	259	337	344	1,08	0,93	0,95
8. Mozambik	424	366	389	0,22	0,43	0,29
9. Niger	309	796	741	0,45	0,51	0,39
10. Nigeria	2.187	2.789	2.42	1,59	1,36	1,27
11. Senegal	772	1.196	709	0,91	1,07	0,95
12. Sudan	961	1.152	1.62	0,54	0,66	0,64
13. Uganda	225	394	421	1,00	0,70	0,70
14. Tanzania	409	482	840	1,00	0,98	1,02
15. Zimbabwe	201	256	220	0,29	0,41	0,41
Amerika-Eropa						
1. Argentina	211	219	307	2,11	2,79	2,23
2. Brazil	136	94	110	2,32	2,77	3,03
3. USA	659	508	651	3,35	3,71	4,69 *
Dunia	28.724	30.026	29.433			

Sumber: FAOStat, Jun 2014. Data dari 54 negara lainnya tidak dicantumkan karena luas panen kurang dari 100.000 ha.

*) Data kemungkinan tidak akurat, terlalu bias ke atas, karena data percobaan plot umumnya hasilnya hanya sekitar 3 t/ha polong kering.

Pada percobaan plot, hasil kacang tanah tertinggi yang pernah dilaporkan adalah 10 t/ha polong kering di Zimbabwe dan bahkan 11 t/ha polong kering di China-Tiongkok. Akan tetapi di pusat penelitian kacang tanah internasional ICRISAT, hasil terbaik yang pernah dicapai 7 t/ha polong kering, berasal dari konversi plot 20 m², dan hanya mencapai 5 t/ha dari petakan yang berukuran besar (Rao 1998). Produktivitas kacang tanah nasional yang diperoleh dari rata-rata hasil tanaman puluhan hingga ratusan ribu hektar, sangat sulit memperoleh angka yang sebanding dengan produktivitas terbaik dari petak percobaan.

Produktivitas kacang tanah yang tinggi di Amerika Serikat dan Australia, disebabkan oleh varietas yang ditanam termasuk tipe *runner* (menjalar) yang berumur dalam, produktivitas tinggi, dan tanaman diairi (Lamb *et al.* 1997). Penanaman kacang tanah pada bedengan dan bebas gulma juga ikut berkontribusi terhadap tingginya produktivitas di dua negara tersebut.

PENYEBAB RENDAHNYA PRODUKTIVITAS KACANG TANAH DI INDONESIA

Produktivitas kacang tanah di Indonesia cenderung stagnan pada tingkatan rendah. Kondisi ini di samping disebabkan oleh teknik budi daya yang masih sederhana dan cekaman biotik-abiotik, juga berkaitan dengan sifat tanaman kacang tanah yang kurang respon terhadap pemberian pupuk (Harsono 1998). Varietas unggul baru kacang tanah memiliki potensi hasil yang termasuk konservatif, sering tidak meningkatkan hasil polong cukup banyak. Namun, melihat besarnya keragaman produktivitas kacang tanah antarnegara produsen dan tingginya data hasil dari percobaan, mengindikasikan terdapat peluang untuk perbaikan teknologi guna meningkatkan hasil kacang tanah di Indonesia.

Dari diagnostik penyebab rendahnya produktivitas di sentra produksi kacang tanah di Kabupaten Tuban dilaporkan oleh Sumarno *et al.* (2000). Ada sembilan faktor penyebab yaitu (1) varietas lokal campuran daya hasilnya rendah; (2) mutu benih rendah, daya tumbuh 70-75%; (3) pengolahan tanah sederhana, dangkal; (4) kandungan bahan organik tanah rendah; (5) ketersediaan hara NPK dalam tanah rendah; (6) tanaman mengalami cekaman kekeringan pada fase pengisian polong; (7) serangan penyakit karat dan bercak daun endemis; (8) kadang-kadang terjadi serangan hama trips, empoasca, dan ulat penggulung daun yang jarang dilakukan pengendalian; (9) umur panen tidak optimal, pada saat polong belum mengisi penuh. Terjadinya cekaman kekeringan disebabkan kacang tanah ditanam pada akhir musim hujan, setelah panen jagung atau padi gogo. Pada kondisi

agroekologi setempat dengan berbagai masalah tersebut, produktivitas kacang tanah di lahan petani di Tuban rata-rata 1,09 t/ha polong kering dengan biomas basah 3,25 t/ha (Saleh dan Hardaningsih 1998). Rendahnya bobot biomas disebabkan oleh serangan penyakit bercak daun yang mengakibatkan sebagian daun mengering dan rontok lebih awal.

Harsono (1998) menyebutkan faktor penyebab terpenting rendahnya produktivitas kacang tanah di lahan kering adalah cekaman kekeringan, kahat hara, kompetisi dengan tanaman pokok pada pola tanam tumpang sari, kompetisi dengan gulma, dan serangan hama penyakit. Pada lahan sawah, rendahnya produktivitas disebabkan terutama oleh kurang optimalnya pengairan, kompetisi dengan gulma, dan serangan hama penyakit. Pada dua agroekologi tersebut, kekeringan menjadi penyebab rendahnya hasil yang lebih sering terjadi.

Di samping hal teknis agronomis, aspek lain ikut berperan terhadap produktivitas kacang tanah yang masih rendah, antara lain: (1) belum ada program pembinaan produksi oleh pemerintah; (2) kacang tanah diposisikan sebagai tanaman sampingan yang ditanam setelah panen tanaman pangan pokok; (3) petani lemah modal; (4) skala usaha sempit; dan (5) belum ada pelayanan informasi teknologi dan pemasaran dari penyuluh (Harsono 1998). Sempitnya skala usaha dan minimnya ketersediaan modal tunai pada petani kacang tanah ikut mengakibatkan adopsi teknologi terhambat (Sumarno *et al.* 2000).

Faktor dominan penghambat produksi kacang tanah adalah cekaman kekeringan dan serangan penyakit daun (Harsono 1998; Sumarno *et al.* 2000; Rahmiana *et al.* 2006; Hardaningsih *et al.* 1992; Saleh dan Hardaningsih 1998). Dua komponen teknologi tersebut dinilai menjadi faktor kunci untuk memperoleh produksi kacang tanah yang tinggi, yang hingga sekarang belum banyak ditangani petani. Rendahnya kesadaran untuk memperhatikan aspek kekeringan pada stadia generatif dan serangan penyakit bercak daun dan karat daun, disebabkan oleh rendahnya pemahaman petani terhadap pentingnya dua faktor tersebut. Hal tersebut juga terkait dengan tiadanya program penyuluhan tentang budi daya kacang tanah.

LINGKUNGAN OPTIMAL UNTUK PRODUKSI KACANG TANAH

Kriteria kesesuaian lahan untuk kacang tanah terutama ditekankan pada kecukupan curah hujan, tekstur tanah, kedalaman tanah atas (topsoil), pH dan aerasi tanah (Djaenudin *et al.* 2003) (Tabel 2). Kacang tanah di Indonesia dapat diproduksi secara menguntungkan pada lahan dengan kisaran kelas kesesuaian dari yang terbaik

Tabel 2. Kriteria kesesuaian lahan untuk kacang tanah.

Komponen	Kelas S1	S2	S3	N (tidak sesuai)
1. Suhu harian (°C)	25-27	21-24; 29-30	18-20; 30-31	<17; >31
2. Curah hujan 3 bulan	400-1000	1100-1600	300-400; 1600-1900	<100; >1900
3. Kelembaban tanah (%- kapasitas lapang)	70-80	80-90; 60-70	50-60	<50; >90
4. Drainase tanah	baik	Agak baik	sedang	Buruk; cepat
5. Tekstur tanah*)	gembur	Agak gembur	Agak berat	Berat
6. Kedalaman lapisan olah tanah (cm)	>40	20-40	10-20	<10
7. Kimia tanah:				
pH, H ₂ O*)	6,0-6,7	5-6	4,5-5,0	<4,5; >7,0
KTK liat (meg/100 g)	>16	<16	<16	-
Kejenuhan basa (%)	20-35	<20	<20	-
C organik (%)	>1,2	0,8-1,2	<0,8	<0,8
8. Bahaya erosi				
Lereng (%)	<8	8-16	16-20	>20
Erosi	sedang	sedang	Agak berat	Berat
9. Batuan di permukaan (%)	0	<5	5-15	>15
10. Radiasi matahari (%)	95-100	90-95	80-90	<80

Sumber Djaenudin *et al.* (2003) * modifikasi penulis

S1, S2, hingga pada kelas kesesuaian S3. Permasalahannya adalah, lahan dengan kesesuaian S2 atau S3 tidak selalu tersedia bagi komoditas kacang tanah, karena adanya kompetisi penggunaan lahan antarkomoditas.

Pada banyak sentra produksi kacang tanah, kelas kesesuaian lahannya termasuk S2 atau S3, dengan hambatan utama rendahnya curah hujan selama masa pertanaman, rendahnya kelembaban tanah, kedalaman solum tanah yang dangkal, tekstur tanah, kejenuhan basa tanah, dan rendahnya kandungan bahan organik tanah.

Bulletin penyuluhan Universitas Georgia, yang merupakan salah satu negara bagian produsen utama kacang tanah di Amerika Serikat, membuat klasifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman kacang tanah menjadi empat kelas, berdasarkan struktur tanah (Agr. Ext. Bul. No. 640.D, 2002), yaitu:

1. Baik sekali: struktur tanah gembur, remah, drainase baik, kedalaman lapisan olah >40 cm, warna merah kecoklatan, abu atau hitam, kandungan bahan organik tanah sedang (1,0-2,0%), kapasitas menyimpan kelembaban sedang.
2. Baik: struktur tanah gembur, drainase cukup baik, lapisan olah 30-40 cm, kadar bahan organik tanah sedang, kapasitas menyimpan kelembaban sedang, warna tanah agak gelap.
3. Sedang: struktur tanah agak berat, sedikit bergumpal, drainase kurang baik, lapisan olah agak dangkal, 20-30 cm, kandungan bahan organik tanah rendah, kapasitas menyimpan kelembaban rendah atau sangat tinggi, warna tanah agak pucat.

4. Buruk: struktur tanah berat, bergumpal, drainase tanah buruk, kandungan bahan organik rendah, tidak sesuai untuk budi daya kacang tanah secara komersial.

Kelas kesesuaian lahan tersebut masih perlu dipenuhi lagi dengan persyaratan suhu optimal selama pertumbuhan tanaman, karena kacang tanah peka terhadap perubahan suhu di luar kisaran suhu optimal.

Apabila kelas kesesuaian kacang tanah hanya menggunakan kriteria struktur tanah, maka lahan di Indonesia yang sesuai untuk budi daya kacang tanah adalah Latosol, Regosol, dan Alluvial, yang termasuk kelas baik sekali atau baik. Tanah Grumosol dan Mediteran yang juga sering ditanami kacang tanah dapat dikategorikan sebagai kelas sedang. Namun untuk lahan-lahan di Indonesia, walaupun sebenarnya sangat baik atau baik untuk memproduksi kacang tanah sering tidak tersedia, karena lebih diprioritaskan untuk tanaman pangan pokok.

TEKNOLOGI ANJURAN BUDI DAYA KACANG TANAH

Pedoman umum pengelolaan sumber daya dan tanaman terpadu (PTT) kacang tanah (Rahmiana *et al.* 2010) mengemukakan enam komponen teknologi dasar, yaitu: (1) varietas unggul; (2) benih bermutu; (3) pengolahan tanah sempurna; (4) saluran drainase; (5) populasi optimal; dan (6) pengendalian hama-penyakit secara terpadu (PHT). Di samping komponen teknologi dasar tersebut terdapat lima komponen teknologi pilihan, yaitu pemupukan, pupuk organik, ameliorasi tanah, pengairan pada periode kritis, panen dan penanganan pascapanen secara tepat. Populasi tanaman yang dinilai optimal

Tabel 3. Verifikasi teknologi anjuran budi daya kacang tanah di Tuban, di lahan petani seluas 5 ha per kecamatan, MK 1994.

Lokasi/Kecamatan	Bobot biomas basah (t/ha)		Hasil polong kering (t/ha)		Hasil biji (t/ha)		Rendemen(%)	
	teknologi anjuran	cara petani	teknologi anjuran	cara petani	teknologi anjuran	cara petani	teknologi anjuran	cara petani
Palang	8,6	5,2	1,8	1,2	1,32	0,83	73	69
Montong	10,9	5,6	2,6	1,3	1,87	0,82	72	63
Kota Tuban	8,4	4,8	1,9	1,3	1,36	0,78	71	60
Rata-rata	9,3 ^a	5,2 ^b	2,1 ^a	1,3 ^b	1,52 ^a	0,81 ^b	72	62

Sumber: Sumarno *et al.* (2000)

- 1) Nilai rata-rata peubah yang diikuti huruf berbeda, menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji-t 5%,
2) setiap kecamatan diikuti 10-15 petani

berkisar antara 160.000-250.000 tanaman/ha; jarak tanam 40 cm x 10 cm; pengairan pada periode kritis, yaitu pada fase perkecambahan, fase berbunga dan ginofor mulai masuk tanah dan pada fase pengisian polong. Pada tanah masam dengan pH 4,5-5,3 dianjurkan pemberian kapur 2 t/ha dan pada tanah dengan pH 5,3-5,5 kapur diberikan 1 t/ha.

Penerapan PTT harus didahului dengan diagnosis masalah, dan komponen teknologi dipilih sesuai dengan masalah yang dihadapi, disesuaikan dengan agroekologi spesifik. Penerapan PTT secara benar diharapkan dapat menaikkan hasil kacang tanah mencapai tingkat optimal. Akan tetapi, pedoman PTT tersebut terlalu umum, sehingga apabila pemandu lapang belum memiliki pengetahuan tentang budi daya kacang tanah, pedoman PTT menjadi kurang operasional.

Hasil penelitian di lahan sawah pada tanah Regosol di Lombok Barat, perbaikan budi daya dengan pembuatan bedengan lebar 4 m, jarak tanam teratur 40 cm x 10 cm, dosis pupuk rendah (25 kg urea+25 kg TSP+25 kg KCl/ha), irigasi tiga kali, disertai pengendalian hama dan penyakit, memberikan hasil 2,5 t/ha polong kering, lebih tinggi dibanding cara petani yang hanya memperoleh hasil 1,6 t/ha, walaupun juga dilakukan irigasi tiga kali (Harsono 1998).

Di lahan kering Tuban, perbaikan teknologi dengan pengolahan tanah lebih dalam (20 cm), pembuatan bedengan selebar 2 m, jarak tanam 40 cm x 10 cm, pemupukan 50 kg urea+75 kg TSP+50 kg KCl+2-5 t pupuk kandang/ha, tanaman dibumun setelah penyiangan pertama, disertai pengendalian bercak daun dan karat daun menggunakan fungisida Topsin-M pada saat tanaman berumur 7 dan 9 minggu, mampu memberikan hasil kacang tanah 1,74 t/ha polong kering, lebih tinggi dibanding cara petani yang hanya memperoleh hasil 1,09 t/ha polong kering (Sumarno *et al.* 2000). Verifikasi teknologi tersebut pada luasan 5 ha di tiga kecamatan di

Kabupaten Tuban memperoleh hasil rata-rata 2,1 t/ha polong kering, sedangkan cara petani hanya memberikan hasil 1,3 t/ha polong kering (Tabel 3).

Perbaikan teknologi meningkatkan bobot biomas, hasil polong, hasil biji dan bahkan rendemen biji dari polong kering, walaupun tanaman hanya mengandalkan curah hujan yang tersedia. Manfaat pengendalian penyakit karat dan bercak daun sangat jelas terlihat dari bobot biomas, hasil polong, dan tingkat kebernasan biji. Tanaman yang mendapat pengendalian penyakit, daunnya tetap hijau segar sampai panen umur 98 hari. Tanpa pengendalian penyakit, daun tanaman mulai rontok pada umur 70 hari dan harus dipanen pada umur 85 hari.

Dari hasil penelitian tersebut dapat dideduksi bahwa pertumbuhan vegetatif yang optimal oleh kelembaban tanah yang cukup, diikuti pengendalian penyakit, maka tanaman mampu membentuk biomas optimal (8,4-10,9 t/ha), menghasilkan polong 2 t/ha, bahkan mencapai 2,6 t/ha, dan biji kacang tanah lebih bernas.

KETERSEDIAAN AIR SEBAGAI PENENTU PRODUKSI

Telah disebutkan di muka bahwa rendahnya produktivitas kacang tanah di banyak negara disebabkan oleh terjadinya cekaman kekeringan. Masa kritis tanaman kacang tanah terhadap defisit kelembaban adalah sejak tanaman berbunga hingga pengisian polong (Unger *et al.* 1988, Rao 1998, Ike 1986, Jain *et al.* 1997, Naveen *et al.* 1992, Pallas *et al.* 1979, Stirling *et al.* 1990, Plaut and Benhur 2005). Cekaman kekeringan pada fase vegetatif juga akan menghambat perkembangan tanaman. Tanaman kacang tanah memerlukan air sedikit lebih rendah dibanding jagung, dan 30% lebih banyak dibanding tanaman millet (Tabel 4). Walaupun kebutuhan air per hari antara millet, jagung dan kacang tanah hampir sama,

Tabel 4. Efisiensi penggunaan air tanaman millet, jagung, dan kacang tanah.

Jenis tanaman	Umur tanaman (hari)	Total kebutuhan air (mm)	Penggunaan air/hari (mm/hari)	Hasil biomas (t/ha)	Hasil biomas per hari (kg/ha)	Efisiensi penggunaan air (gBM/kg air)
Millet	85	330	3,9	22,5	264	6,6
Jagung	117	486	4,2	19,1	163	3,9
Kacang tanah	120	438	3,5	8,4	67	1,7

Sumber: Bunting dan Kassam (1988)

namun efisiensi penggunaan air tanaman kacang tanah ternyata rendah karena pertumbuhannya lambat, bentuk dan ukuran kanopinya terbatas, (LAI maksimum sekitar 3) dan asimilasi karbon mengikuti jalur C3 yang kurang efisien.

Penelitian di Florida, Amerika Serikat, menunjukkan bahwa untuk memperoleh hasil sekitar 3 t/ha polong kering, apabila tidak diberikan irigasi, tanaman memerlukan curah hujan sekitar 650 mm selama masa tumbuhnya 120-135 hari (Tabel 5). Musim hujan umumnya 3-3,5 bulan per tahun dan tidak memenuhi kebutuhan air tanaman kacang tanah sehingga harus diairi melalui irigasi (Lamb *et al.* 1997).

Dibandingkan dengan di Indonesia, perkembangan tanaman kacang tanah di Florida (Tabel 5) lebih unggul dari segi varietas, umur berbunga (lebih dalam), umur polong matang (lebih dalam), LAI, evapotranspirasi, hasil biomas dan hasil polong kering. Varietas yang ditanam di Florida adalah tipe *runner* (menjalar) yang kanopinya lebih lebar, LAI lebih tinggi, dan daya hasilnya lebih tinggi. Varietas kacang tanah di Indonesia sebagian besar tipe *spanish*, pertumbuhan batang tegak, umur lebih genjah antara 90-110 hari (Kasno *et al.* 1998), tetapi kebutuhan air secara proporsional umur dan stadia tanaman tetap sama. Harsono (1998) melaporkan bahwa pengairan minimal (1-2 kali pengairan) memberikan hasil 1,36 t/ha polong kering pada musim kemarau. Dengan memajukan waktu tanam kacang tanah 3-4 minggu sebelum jagung dipanen pada pola rotasi jagung-kacang tanah, kacang tanah mampu menghasilkan 1,6 t/ha dibandingkan dengan hanya 0,4 t/ha bila kacang tanah ditanam setelah jagung dipanen (Harsono 1997). Pengunduran waktu tanam kacang tanah berakibat pada menurunnya kelembaban tanah dan berkurangnya perolehan curah hujan.

Di wilayah yang curah hujannya rendah seperti di India, hasil kacang tanah lebih rendah karena pertumbuhan tanaman terhambat, LAI lebih rendah, evapotranspirasi lebih rendah, dan air yang dapat diserap juga lebih rendah (Tabel 6).

Kondisi iklim di India hampir mirip dengan di Indonesia bagian timur, dimana kacang tanah sering ditanam pada

Tabel 5. Kinerja fisiologis tanaman kacang tanah untuk memperoleh hasil sekitar 3 t/ha polong kering di Florida, Amerika Serikat.

Kinerja fisiologis	Lingkungan (L)-1	L-2	L-3
Umur berbunga (hari)	47	40	43
Umur mulai pengisian biji (hari)	69	61	55
Umur polong matang (hari)	138	129	128
Hasil polong kering (t/ha)	3,2	3,3	3,5
Curah hujan total (mm)	647	655	671
Transpirasi (mm)	303	302	297
Evapotranspirasi (mm)	419	415	412
LAI maksimum	3,10	3,13	3,4
Hasil biomas (t/ha)	7,2	7,3	7,7

Sumber: Boote and Jones (1988)

Tabel 6. Hasil kacang tanah dibandingkan dengan hasil tanaman lain pada ketersediaan kelembaban tanah terbatas di India.

Tanaman	Hasil panen (t/ha)	Penggunaan air (mm)	EPA (kg/mm)
Kacang tanah (polong)	1,102	295	3,6
Kacang gude (biji)	0,987	321	2,8
Bunga matahari (biji)	1,086	239	4,5
Sorgum (biji)	2,052	233	8,2

Sumber: Singh and Reddy (1988)

akhir musim hujan. Dalam kondisi ketersediaan air terbatas (kurang), hasil polong kacang tanah menjadi rendah, karena terdapat hubungan yang linear antara hasil polong dengan evapotranspirasi yang ditentukan oleh ketersediaan air di sekitar perakaran tanaman (Sinclair 1988). Pada kondisi air tanah terbatas, air yang tersedia bagi akar tanaman berfungsi penuh mendukung pertukaran gas CO₂ pada daun tanaman, yang akan menentukan akumulasi asimilat dan hasil panen. Kondisi defisit air akan mengakibatkan hasil polong tidak optimal.

Rao (1998) menunjukkan bahwa air yang tersedia bagi tanaman, yang dimanifestasikan oleh total evapotranspirasi, sangat menentukan bobot kering tanaman kacang tanah yang secara langsung akan menentukan hasil polong, dimana terdapat hubungan:

DM = T x TE, (1)
 DM = total bobot kering;
 T = besarnya transpirasi;
 TE = efisiensi transpirasi, yaitu banyaknya bobot kering yang dihasilkan per unit air yang tertranspirasikan.

Bobot kering akan menentukan besarnya hasil polong karena:

DM = CGR x D..... (2)

PY = CGR x Rd x P (3)

dimana:

DM = total bobot kering tanaman;
 CGR = tingkat evapotranspirasi (g/m²/hari);
 D = durasi tanaman dari berkecambah hingga panen;
 PY = hasil polong;
 Rd = durasi pengisian polong;
 P = proporsi partisi total bobot kering menjadi polong per hari.

Selain mempengaruhi hasil polong, cekaman kekeringan juga berpengaruh negatif terhadap daya tumbuh benih yang dihasilkan terutama untuk kacang tanah berbiji besar (Pallas *et al.* 1977). Oleh karena itu, dalam memproduksi benih kacang tanah dianjurkan memberikan irigasi bila tanaman kekeringan. Apabila faktor penentu pertumbuhan lain (hara tanaman, suhu, sinar matahari) tersedia dan hama-penyakit dikendalikan, maka ketersediaan air tanah menjadi penentu utama tingkat hasil dan mutu biji kacang tanah yang akan dihasilkan.

Djaenudin *et al.* (2003) menyatakan bahwa persyaratan pertumbuhan optimal kacang tanah adalah pada tanah dengan kelembaban 60-80% kapasitas lapang, setara dengan curah hujan 130-230 mm per bulan selama tiga bulan pertumbuhan. Pada beberapa wilayah di Indonesia seperti Lampung, Jawa Barat, Banten, Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Jawa Timur, jumlah curah hujan tersebut dapat diperoleh pada bagian akhir musim hujan, antara bulan Maret sampai Mei. Apabila tidak ada hujan pada bulan Juli sampai Oktober, Prastowo *et al.* (1992) menganjurkan kacang tanah diairi setiap 15 hari sekali untuk memperoleh hasil 2 t/ha polong kering. Rahmiana *et al.* (2006) melaporkan bahwa pengairan empat kali untuk tanaman kacang tanah pada musim kemarau mampu menghasilkan 1,76 t/ha polong kering.

Kheira (2009) dalam penelitian cekaman kekeringan pada berbagai stadia pertumbuhan kacang tanah menyimpulkan bahwa pengelolaan kelembaban tanah pada zona perakaran dan perkiraan besaran evapotranspirasi harian dan selama masa pertumbuhan tanaman, merupakan strategi yang efektif dalam menjadwalkan pengairan guna memperoleh hasil polong

maksimal. Untuk dapat melakukan hal tersebut diperlukan pemahaman yang memadai tentang evapotranspirasi, koefisien air tanaman, kebutuhan air bagi tanaman dan masa kritis tanaman akan kekurangan air, guna mengoptimalkan pengairan menuju perolehan hasil polong maksimal (Bandyopadhyay *et al.* 2005; Elliot *et al.* 1988; Jain *et al.* 1997).

Stadia kritis tanaman kacang tanah terhadap defisit air telah banyak diteliti. Hasil penelitian Ike (1986) menyimpulkan bahwa stadia pembungaan dan pengisian polong merupakan masa kritis penentu hasil polong. Patel dan Golakiya (1988) mengemukakan periode sensitif untuk hasil polong adalah pada stadia pembentukan dan pengisian polong, sedangkan defisit air pada periode pematangan polong kurang berpengaruh terhadap hasil. Pallas *et al.* (1979) juga melaporkan bahwa masa pembungaan dan pengisian polong merupakan periode sensitif dalam pencapaian hasil optimal. Demikian juga hasil penelitian Meisner dan Karnok (1992) dan hasil penelitian Metochis (1993), yang menyebutkan bahwa defisit air pada masa pembungaan dan pengisian polong menurunkan hasil biji sangat nyata dan justru mengurangi efisiensi penggunaan air pada stadia selanjutnya. Hal tersebut berarti bahwa keterlambatan pengairan pada bagian akhir periode pengisian polong menjadi tidak efektif.

Naveen *et al.* (1992) menyatakan bahwa waktu pengairan yang tepat berpengaruh positif terhadap hasil polong kacang tanah, terutama pada fase pembentukan dan pengisian polong. Mereka menemukan bahwa cekaman kekeringan pada fase pembungaan dan pembentukan ginophora (bakal polong) menurunkan hasil polong, sedangkan pada fase pematangan polong kurang terlihat pengaruhnya.

Perbedaan hasil penelitian Naveen *et al.* (1992) dengan peneliti lainnya adalah, peneliti lain menganggap pembentukan ginophora adalah bagian integral dari masa pembungaan. Idealnya, tanaman kacang tanah untuk dapat memberikan produktivitas optimal memerlukan kelembaban tanah pada semua stadia pertumbuhannya, dari penanaman hingga biji matang fisiologis, dimana kebutuhan air irigasi mencapai 575 mm hingga 648 mm (Plaut and Benhur 2005, Rao 1998). Penelitian Rao *et al.* (1995) menunjukkan bahwa pengurangan air irigasi sebanyak 45% dari kebutuhan optimal dari awal fase pembungaan hingga pembentukan polong menurunkan hasil polong 61%. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Meisner dan Karnok (1992); dan oleh Reddy dan Reddy (1993).

Di China-Tiongkok, Shufen *et al.* (1998) menganjurkan pengairan tanaman kacang tanah apabila kelembaban tanah tinggal 40% dari kapasitas lapang. Apabila curah

hujan sekitar 100 mm per bulan, tanaman kacang tanah dapat tumbuh dan menghasilkan normal apabila kemampuan tanah menyimpan kelembaban cukup baik. Disebutkan bahwa cekaman kekeringan secara moderat pada stadia vegetatif kecil pengaruhnya terhadap hasil polong, dibandingkan dengan kekeringan pada stadia generatif yaitu pada fase pembungaan, pembentukan polong, dan pengisian polong.

Hasil penelitian Naab *et al.* (2004) di Ghana menunjukkan bahwa penanaman kacang tanah menyesuaikan sebaran curah hujan selama empat bulan dapat menghasilkan 3,16 t/ha. Apabila tanam dimundurkan dua bulan, tanaman menderita kekeringan pada fase generatif, sehingga hasilnya hanya 0,74 t/ha polong kering. Tanaman yang tercekam kekeringan juga rentan terhadap penyakit bercak daun.

Di Amerika Serikat, sebagian besar area tanaman kacang tanah diberikan suplementasi irigasi melalui teknik OSI (*overhead sprinkler irrigation*) (Lamb *et al.* 1997). Kelemahan dari sistem irigasi ini adalah tanaman mudah terjangkit penyakit bercak daun, sehingga untuk mengoptimalkan hasil harus dilakukan penyemprotan fungisida. Lanier *et al.* (2004) menganjurkan pengairan tanaman kacang tanah dengan teknik irigasi tetes dalam tanah (*subsurface drip irrigation*/SDI) agar tidak memicu timbulnya penyakit bercak daun. Apabila tidak diberikan fungisida, pengairan dengan teknik SDI menghasilkan polong lebih tinggi dibandingkan dengan pengairan sistem OSI. Apabila fungisida diaplikasikan untuk mengendalikan penyakit bercak daun, kedua teknik pengairan memberikan hasil yang sama, sekitar 4 t/ha polong kering.

Usahatani kacang tanah di Indonesia sebagian besar terdapat di lahan kering dengan skalanya sempit, kemungkinan sukar untuk berinvestasi prasarana irigasi berupa pompa air dan pipa penyalur air ke petakan. Pada lahan yang permukaan air tanahnya tidak dalam, penggunaan pompa air dapat mengatasi permasalahan cekaman kekeringan pada fase generatif. Tanaman kacang tanah dari umur 35 hari sampai 80 hari memerlukan pengairan tiga sampai lima kali untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal (Prastowo *et al.* 1992, Rahmiana *et al.* 2006, Harsono 1998). Dengan suplementasi pengairan, hasil kacang tanah mencapai 2,5 t/ha polong kering. Tanpa pengairan, hasil kacang tanah hanya 1,3 t/ha polong kering.

Cara lain untuk mendapatkan kelembaban tanah yang cukup bagi pertumbuhan tanaman kacang tanah adalah memajukan waktu tanam, yaitu menanam secara sisipan, 30 hari sebelum jagung dipanen (Harsono 1998). Kacang tanah pada musim kemarau yang masih menerima curah

hujan minimal 250 mm pada stadia generatif, hasilnya dapat mencapai 1,5 t/ha polong kering.

Uraian tersebut mengajarkan bahwa kelembaban tanah menjadi faktor kunci penentu tingginya hasil panen kacang tanah. Usaha produksi kacang tanah secara komersial harus memperhatikan kelembaban tanah sebagai komponen utama teknologi. Investasi prasarana irigasi perlu menjadi pertimbangan apabila curah hujan diperkirakan tidak mencukupi.

KESIMPULAN

1. Produktivitas kacang tanah di Indonesia tergolong rendah baru mencapai 50% dari produksi riil yang dapat dicapai apabila teknologi yang tepat dan sesuai dengan agroekologi diterapkan.
2. Di antara banyak penyebab rendahnya produktivitas kacang tanah, faktor yang dominan adalah cekaman kekeringan pada fase generatif dan penularan penyakit bercak daun dan karat daun. Cekaman kekeringan menambah tingkat keparahan penyakit tersebut.
3. Cekaman kekeringan pada fase generatif dapat diatasi dengan cara menyesuaikan waktu tanam kacang tanah sehingga selama masa pertumbuhannya memperoleh curah hujan sekitar 300 mm secara merata, terutama pada fase generatif. Apabila memungkinkan, penambahan pengairan tiga-empat kali sejak masa berbunga hingga menjelang panen mampu menyediakan kelembaban tanah yang cukup untuk memperoleh produktivitas optimal.
4. Untuk mengatasi penyakit bercak dan karat daun, penyemprotan fungisida yang sesuai antara lain Topsin M, pada tanaman berumur 45 dan 65 hari, merupakan tindakan yang dapat dianjurkan. Pengendalian kedua penyakit tersebut menjadikan daun tanaman tetap hijau hingga masa panen, sehingga biji menjadi lebih bernaas dan hasil panen lebih tinggi.
5. Guna mengatasi produktivitas kacang tanah yang stagnan rendah, pencukupan kelembaban tanah pada fase pertumbuhan generatif dan pengendalian penyakit bercak dan karat daun perlu menjadi komponen teknologi anjuran.
6. Untuk memaksimalkan produktivitas, selain dua komponen teknologi tersebut, pemberian mulsa plastik polyethen sebagai penutup guludan perlu diteliti kelayakannya. Teknologi ini telah diterapkan di China-Tiongkok yang mampu menghasilkan 6-9 t/ha polong kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Awal, M.A., and T. Ikeda. 2002. Effects of changes in soil temperature on seedling emergence and phenological development in field-grown stands of peanut. *J. Env. Exp. Bot.* 47:101-113.
- Agric. Bul. No. 640. D (Revised). 2002. Growing peanut in Georgia, a package approach. Univ. of Georgia. USA.
- Bandyopadhyay, P.K., S. Mallick, and S.K. Rana. 2005. Water balance and crop coefficients of summer grown peanut in humid tropical region of India. *J. Irrig. Sci.* 23:161-169.
- Bhangsari, A.S., and R.H. Brown. 1976. Photosynthesis in peanut genotypes. *J. Peanut Sci.* 3:1-5.
- Boote, K.J., and J.W. Jones. 1988. Application of Crop growth simulation model to fit crops to semi arid environments p. 63-75. In F.R. Bidinger and C. Johansen (eds). *Drought research priorities for dry land tropics*. ICRISAT. India.
- Bunting and Kassam. 1988. Principles of water use, dry matter production and dry matter partitioning that govern choices of crops and systems. In *drought research priorities for the dry land topics*, edited by F.R Bidinger and C. Johansen, pp. 43-61. ICRISAT. India.
- Djaenudin, D. H. Marwan., dan A. Hidayat. 2003. Petunjuk teknis evaluasi lahan untuk kesesuaian komoditas pertanian kacang tanah (hal. 49). Balai Penelitian Kacang tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Elliott, R.L., Harp, S.L., Grosz, G.D., Kizer, M.A., 1988. Crop coefficients for peanut evapotranspiration. *J. Agric. Water Manage* 15:155-164.
- FAO. 2014. FAO statistics. FAOSTAT. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway>.
- Gain, L.L., R.K. Panda., and C.P. Sharna. 1997. Water stress response function for groundnut. *J. Agric. Water Management* 32:197-209.
- Hardaningsih, S., N. Saleh., dan K.E. Neering. 1992. Pengendalian kimiawi bercak daun dan karat daun kacang tanah. hal 77-81. Dalam T. Adisarwanto, Sumardi, dan A. Minarto (eds). *Risalah seminar Hasil Penelitian kacang tanah di Tuban*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. Puslitbangtan. Bogor.
- Harsono, A. 1997. Showing time and fertilizer effect on groundnut after mize on an alfisol upland. *International Arachis News Letter*. ICRISAT-India.
- Harsono, A. 1998. Budidaya kacang tanah di lahan tegalan dan lahan sawah. Hal. 43-63. Dalam Arif Harsono et al. (eds): *Teknologi untuk peningkatan produksi dan nilai tambah kacang tanah*. Edisi khusus Balitkabi No. 12-1998. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Ike, L.L. 1986. Effect of soil moisture stress on the growth and yield of Spanish variety peanut. *J. Plant-Soil* 96:297-298.
- Jain, L.L., Panda, R.K., Sharma, C.P. 1997. Water stress response function for groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Agric. Water Manage* 32:197-209.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, dan J. Purnomo. 1998. Tehnik produksi benih kacang tanah. hal 26-24 dalam Arif Harsono., N. Nugrahaeni., A Taufiq., dan A. Winarto (eds). *Teknologi untuk peningkatan produksi dan nilai tambah kacang tanah*. Edisi khusus Balitkabi No. 12-1998. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Ketring, D.L., R.H. Brown, G.A. Sullivan, and B.B. Jhonson. 1982. Growth physiology. p. 411-457. In H.E. Pattee., and C.T. Young (eds): *Peanut Science and Technology*. Am. Penut Res. and Ed. Soc. Inc. Texas, USA. 825 p.
- Kheira, A.A.A. 2009. Macro management of deficit-irrigated peanut with sprinkler irrigation. *J. Agric. Water Managemen*: 1409-1420.
- Lamb, M.C., J. Davidson, and N.R. Martin. 1997. Comparison of peanut yield and quality between non irrigated and irrigated productions. *J. Peanut Science* 24:97-101.
- Lanier, J.E., D.L Jordan, and G. Willy. 2004. Disease management in overhead sprinkler and subsurface drip irrigation system for peanut. *Agron. J.* 96:1058-1065.
- Meisner, C.A. and K.J. Karnok. 1992. Peanut root response to drought stress. *Agron. J.* 84:159-165.
- Metochis C. 1993. Irrigation of groundnut gradiasi mediteranean environment. *J. of Agric. Sci.* 121:343-346.
- Naab, J.B., P. Singh., K.J. Boote, J.W Jones, and K.O. Marfo. 2004. Using the CROPGRO peanut model to quantify yield gaps of peanut. *Agron. J.* 96(5):1231-1242.
- Narasimham, R.L., I.V.S. Rao, and S.M. Rao. 1977. Effect of moisture stress on response of groundnut to phosphate fertilization. *India J. Agric. Sci.* 47: 573-576.
- Naveen P., K.V. Daniel, P. Subramanian, and P.S. Kumar. 1992. Response of irrigated peanut to moisture stress and its management. *India J. Agric. Sci.* 37: 82-85.
- Pallas, J.E., J.R. Stansell, and T.J. Kaske. 1979. Effect of drought on florunner peanuts. *Agron. J.* 71: 853-858.

- Pallas, J.E., J.R. Stansell, and R.R. Bruce 1977. Peanut seed germination as related to soil water regimes during pod development. *Agron. J.* 69(2): 381-383.
- Pandey, R.K., W.A.T. Herrera, A.N. Villegas, and J.W. Pendleton. 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. III Plant growth. *Agron. J.* 76:557-560.
- Patel, M.S. and B.A. Golakiya. 1988. Effect of water stress on yield attributes and pod yield of groundnut. *Agric. Sci.* 58:701-703.
- Plaut, Z. and M. Benhur. 2005. Irrigation management of peanut with a moving sprinkler system. *Agron. J.* 97:1202-1209.
- Prastowo, B., I. Firmansyah, A. Prabowo, dan G.C. Wright. 1992. Pengelolaan air irigasi dan kedalaman olah tanah untuk tanaman kacang tanah. hal 36-47. Dalam: N. Saleh, T. Adisarwanto dan A. Winarto (eds). Perbaikan komponen teknologi budidaya kacang tanah. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Rahmiana, A.A., A. Taufiq, dan E. Yusnawan. 2006. Hasil polong dan kualitas biji kacang tanah pada lengas tanah dan umur panen berbeda. Hal 402-412. Dalam: Suharsono et al. (eds): Peningkatan produksi kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung kemandirian pangan. Puslitbangtan. Bogor.
- Rahmiana, A.A., A. Taufiq, J. Purnomo, Marwoto, dan N. Saleh. 2010. PTT Kacang Tanah. Pedoman Umum. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. p 24.
- Rao, R.C.N., S. Singh, M.V.K. Sivakumar, K.L. Srivastava, and J.H. Williams. 1995. Effect of water deficit at different growth phases of peanut yield responses. *Agron. J.* 37:276-279.
- Rao, R.C.N. 1998. Groundnut yield potential. p.20-22. Dalam A. Harsono *et al.* (eds). Teknologi untuk peningkatan produksi dan nilai tambah kacang tanah. Edisi khusus. Balitkabi No. 12-1998. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Rao, R.C.N., J.H. Williams, S. Singh, M.V.K. Sivakumar, and K.D.R. Wadia. 1998. Effect of water deficit at different growth phases of peanut II. Response to drought during preflowering phase. *Agron. J.* 80:431-438.
- Reddy, C.R. and S.R. Reddy. 1993. Scheduling irrigation for peanuts with variable amounts of available water. *J. Agric. Water Management* 23:1-9.
- Saleh, N., dan S. Hardaningsih. 1998. Pengendalian penyakit utama pada tanaman kacang tanah. p.115-123. Dalam A. Harsono *et al.*(eds). Teknologi untk peningkatan produksi dan nilai tambah kacang tanah. Edisi khusus. Balitkabi No. 12-1998. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Shufen, D., Hu Wenguang, and S. Qingwei. 1998. Groundnut in China, a success story. APAARI/FAO. Bangkok. 50 p.
- Simmonds, L.P. and C.K.Ong. 1987. Response to saturation deficit in a stand of groundnut. *J. Water Use Ann. Bot.* 59:113-119.
- Sinclair, T.R. 1988. Selecting crops for water limited environments. p 87-94 In F.R. Bidinger and C. Johansen (eds). Drought research priorities for dry land tropics. ICRISAT. India.
- Singh, R.P. and G.S. Reddy. 1988. Identifying crops with greater production stability in water deficit environments. p77-85. In F.R. Bidinger., and C. Johansen (eds). Drought research priority for dry land tropics. ICRISAT. India.
- Stirling, C.M., C.R. Black, and C.K. Ong. 1990. The response of groundnut to timing irrigation. *J. Env. Exp. Bot.* 40:1363-1373.
- Sumarno., M. Muchlish Adie, Nasir Saleh, dan T. Adisarwanto. 2000. Penerapan metodologi penelitian adaptif budidaya kacang tanah di lahan petani. *Penelitian Pertanian* 19(2):51-58.
- Unger, P.W., O.R. Jones, and J.L. Steiner. 1988. Principles of crop and soil management procedures for maximizing production of peanut per unit rainfall. P.97-112. In. F.R. Bidinger and C. Johansen (eds) Drought research priority for dry land tropics. ICRISAT. India.
- Woli, P., J.O. Pae, Hoogenboom, A.G. Garcia, and C.W. Fraisse. 2013. The ENSO effect on peanut yield as influenced by planting date. *J. of Afric. System* 121: 1-8.