

PERTUMBUHAN DAN HASIL TIGA VARIETAS KEDELAI HITAM DAN KUNING PADA SISTEM JENUH AIR

Sutardi

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pertumbuhan dan hasil pada tanah jenuh air terhadap tiga varietas kedelai hitam dan kuning. Penelitian dilakukan di lahan petani Dusun Jimatan, Desa Jatireja, Kecamatan Lendah Kabupaten Kulonprogo D.I. Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli sampai Oktober 2010 dengan curah hujan tinggi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok sebagai perlakuan tiga varietas dan galur harapan di ulang sebanyak 4 kali. Sistem tanam ditugal dengan jarak tanam 20 x 10 x 40 cm (sistem tajorwo 2 :1). Benih varietas atau galur kedelai hitam GC-74-7, Varietas Cikuray, Malika dan Wilis. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah pohan, jumlah polong hampa, bernas, berat polong, dan biji 10 tanaman, berat 100 biji dan produksi per petak dan produksi t/ha. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam (Uji F) pada taraf $\alpha = 0,05$. Apabila terdapat pengaruh perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf $\alpha = 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah polong bernas per tanaman berbeda nyata, sehingga berpengaruh terhadap hasil biji per plot dan hektarnya. Galur GC-74-7 memberikan hasil tertinggi (2.3 t/ha), kedua Varietas Cikuray (2,17 t/ha) dan Ketiga Malika (1,5 t/ha). Jumlah populasi perplot berbeda nyata, namun tidak meningkatkan hasil biji per plot yang diikuti hasil per hektar.

Kata kunci: Galur harapan, varietas kedelai, Jenuh air

ABSTRACT

Growth and yield of three black and yellow variety soybean in saturated soil culture. This study aims to determine the effect of the growth and yield in water-saturated soil on three varieties of black and yellow soybeans. The study was conducted in farmers' fields Jimatan Hamlet, Village Jatireja, Sub District Lendah, District Kulonprogo in Yogyakarta. The experiment was conducted from July to October 2010. The design used was randomized block design (RBD) single factorial studies using treatment group as the three varieties and line variety are a strain of black soybean GC-74-7, namely two black soybean varieties Cikuray, Malika and one yellow soybean varieties Wilis four replicated. Cropping system with a drill with the spacing of the system tajorwo 2: 1 is 20 x 10 x 40 cm. The variables observed were plant height, number of branches, number of plant, the number of pods, pithy, heavy pods, and seeds of 10 plant, 100 seed weight and yield per plot and production t/ha. Observation data were analyzed by analysis of variance (F test) at level $\alpha = 0.05$. If there is a treatment effect then continued with the Tukey's Honestly Significant Difference (HSD/BNJ) at level $\alpha = 0.05$. The results showed that the number of pods per plant was significantly different pithy, and therefore contributes to the yield of seeds per plot and hectare. Strain a or line variety GC-74-7 highest yield (2.3 t / ha), two varieties Cikuray (2.17 t / ha) and three Malika (1.5 t / ha). The yield perplot significantly different, but did not increase the it of seeds per plot which followed the it ton per hektar.

Key words: Line variety, soybean varieties, Saturated soil.

PENDAHULUAN

Kendala peningkatan produksi kedelai semakin beragam antara lain pada musim hujan terjadi jenuh air dan pada musim kemarau kekurangan air pada fase kritis, yaitu fase pembungaan dan stadia pengisian polong. Faktor pembatas pertumbuhan tanaman,

terutama pH dan kandungan hara yang rendah (Ghulamahd 2009; Indradewa *et al.* 2004). Untuk meningkatkan produktivitas tanaman pada kondisi lahan jenuh air diperlukan upaya antara lain penanaman varietas unggul toleran kejenuhan air. Amelioran yang dapat digunakan untuk ameliorasi tanah antara lain kapur, abu, tanah mineral, dan pupuk organik. Menurut Najiyati *et al.* (1995), penggunaan amelioran secara tunggal belum mampu meningkatkan hasil tanaman secara nyata, karena masing-masing amelioran memiliki kelebihan dan kekurangan. Selain itu, penggunaan amelioran secara tunggal akan memerlukan dosis yang cukup tinggi. Membuat genangan dalam parit atau oleh peneliti lain disebut budi daya basah (Troedson *et al.* 1982; Adie, *et al.* 1990) dapat meningkatkan hasil biji kedelai 20% (Troedson *et al.* 1985; Manwan *et al.* 1990; Cooper *et al.* 1993) sampai 80% (Indradewa *et al.* 2004).

Genangan dalam parit adalah cara pengairan dengan memberikan genangan atau aliran air secara perlahan di parit terus-menerus. Cara ini berbeda dengan yang dilakukan petani yaitu memberikan pengairan luapan, misalnya dua minggu sekali. Ralph (1983) menyimpulkan bahwa tanaman kedelai yang dibudidayakan dengan genangan dalam parit mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat dan hasil lebih tinggi dibanding dengan yang dibudidayakan dengan pengairan luapan seperti yang dilakukan petani karena: (1) tanaman mendapatkan lengas dalam jumlah cukup sepanjang pertumbuhan, (2) pertumbuhan bintil terus berlanjut sampai fase pengisian polong, (3) tanaman mengalami penundaan penuaan dan perpanjangan fase reproduktif. Pada tanah jenuh air, banyak fotosintat yang digunakan untuk pertumbuhan bagian tanaman di tanah, terutama bintil akar. Sehingga aktivitasnya di tanah lebih awal dengan laju yang lebih cepat. Meskipun demikian penyerapan nitrogen menurun, terutama karena akar bagian bawah yang berada dalam tanah jenuh mati, sehingga luas permukaan akar menurun.

Dengan genangan dalam parit, sampai minggu kedua, warna daun lebih muda. Peningkatan bahan kering pada waktu itu lebih rendah dibanding kontrol, mungkin karena penurunan kandungan nitrogen, terutama karena penurunan luas daun akibat proporsi alokasi fotosintat yang lebih besar ditujukan untuk pembentukan akar dan bintil (Troedson *et al.* 1985). Legum dengan bintil akar dapat memanfaatkan nitrogen dari udara maupun dari dalam tanah (Kato *et al.*, 2003) dalam bentuk ion amonium dan nitrat (Taiz dan Zeiger 1998). Nitrat mula-mula direduksi menjadi nitrit oleh nitrat reduktase sedangkan nitrogen disemat oleh nitrogenase (Kato *et al.* 2003).

Pertumbuhan dan hasil kedelai dengan genangan dalam parit meningkat karena penyematan nitrogen dan pertumbuhan akar di atas muka air tanah meningkat. Ketersediaan unsur hara meningkat walaupun ketersediaan nitrogen menurun (Heatherly *et al.* 1987; Wright dan Smith 1987). Penurunan nitrogen tanah tersedia ditunjukkan oleh penurunan hasil pada tanaman tidak berbintil dan tidak dipupuk N. Pada tanaman berbintil yang tidak dipupuk, penyematan nitrogen mempunyai andil besar terhadap N yang diakumulasi, dan penyematan N tersebut termasuk kelompok terbesar dalam penyematan nitrogen tanaman legum (Troedson *et al.* 1983).

Kandungan N daun yang rendah dengan genangan dalam parit, bertahan antara 28 - 42 hari setelah dimulai. Biomassa bintil terus meningkat dengan cepat selama aklimasi dengan genangan dalam parit. Menurut Adisarwanto (2001) dan Indradewa *et al.* (2002), kondisi jenuh air (genangan dalam parit) pada umur 15-30 hari merupakan kondisi ideal untuk memperbanyak jumlah bintil. Dalam keadaan nitrogen tanah rendah, penyematan

N merupakan sumber utama untuk tanaman (Troedson *et al.* 1985; Guofa 1990). Dengan genangan dalam parit, tanaman menyerap nitrogen tanah lebih sedikit dibanding pengairan biasa. Kultivar SI5 dengan genangan dalam parit tanpa pupuk nitrogen pemacu, mendapatkan 74% nitrogen dari udara, sedangkan dengan pengairan biasa hanya 54%. Walaupun pembentukan bintil yang banyak merupakan karakteristik tanaman kedelai yang mendapat genangan dalam parit, bintil tidak penting untuk meningkatkan hasil. Ini ditunjukkan oleh hasil tanaman tidak berbintil tetapi dipupuk N, ternyata lebih tinggi dibanding tanaman berbintil yang tidak dipupuk (Troedson *et al.* 1985). Kajian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh varietas kedelai dengan lingkungan jenuh air pada musim hujan dengan mengatur jeluk muka air optimum genangan dalam parit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan petani di Dusun Jimatan, Desa Jatireja, Kecamatan Lendah Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta, dari bulan Juli sampai Oktober 2010. Pengkajian menggunakan rancangan acak kelompok, empat ulangan. Perlakuan adalah varietas/galur 1) galur kedelai hitam GC-74-7, 2) varietas Cikuray, 3) Malika, dan 4) Wilis. Luas petak pengkajian masing-masing sekitar 50 m² (800-1000 m²) plot pengamatan per 4x5 m². Pengamatan sample sebanyak 10 tanaman diambil secara acak diagonal untuk setiap perlakuan.

Penyiapan lahan dilakukan tanpa olah tanah, namun perbaikan drainase dibuat saluran parit dalam 40 x 30 cm lebar 2 m, sebagai pembuangan air, dan air dalam parit dipertahankan dengan tinggi muka air 5 cm dari permukaan tanah. Pemupukan N, P, K, dosis 50, 150 dan 75 kg/ha. Kapur dolomit 500 kg/ha dan pupuk organik 2 t/ha diberikan sehari sebelum tanam. Sistem tanam dengan tugal sedalam 5 cm dengan diameter tugal 10 cm sesuai dengan jarak tanam sistem tajorwo 2 :1 yaitu 20 x 10 x 40 cm. Jumlah benih per lubang 2-3 biji.

Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah tanaman, jumlah polong hampa, bernas, bobot polong, dan biji 10 tanaman, bobot 100 biji dan hasil per petak. Dilakukan pengamatan terhadap curah hujan, suhu dan daya tumbuh serta umur berbunga dan panen, akan tetapi dianalisis secara dikritif. Data curah hujan diambil dari BPP setempat. Data pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam (Uji F) pada taraf $\alpha = 0,05$. Apabila terdapat pengaruh perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya tumbuh, Umur Berbunga, dan Umur Panen

Untuk mencapai pertumbuhan tanaman yang optimal, tanaman kedelai memerlukan kondisi lingkungan tumbuh yang optimal pula. Tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan faktor lingkungan tumbuh, khususnya tanah dan iklim. Kebutuhan air sangat tergantung pada pola curah hujan yang turun selama pertumbuhan, pengelolaan tanaman, serta umur varietas yang ditanam. Curah hujan selama penelitian intensitas tinggi yaitu dengan umur panen 107 hari curah hujan yang terjadi 72 hari dengan rata-rata curah 120 mm/bulan (bulan basah Oldeman) walaupun MK, namun terjadi curah hujan tinggi (la-nina). Namun demikian, pada umumnya kebutuhan air pada tanaman kedelai

berkisar 350–450 mm selama masa pertumbuhan kedelai. Pada saat perkecambahan, faktor air menjadi sangat penting karena akan berpengaruh pada proses pertumbuhan. Kebutuhan air semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Kebutuhan air paling tinggi terjadi pada saat masa berbunga dan pengisian polong. Tanaman kedelai sebenarnya cukup toleran terhadap cekaman kekeringan karena dapat bertahan dan berproduksi bila kondisi cekaman kekeringan maksimal 50% dari kapasitas lapang atau kondisi tanah yang optimal. Selama stadia pemasakan biji, tanaman kedelai memerlukan kondisi lingkungan yang kering agar diperoleh kualitas biji yang baik. Kondisi lingkungan yang kering akan mendorong proses pemasakan biji lebih cepat dan bentuk biji yang seragam.

Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30 °C pada awal tanam tidak terjadi hujan dan tiga minggu sebelumnya panen padi kering, sebaliknya setelah umur 21 hari sampai panen intensitas dan curah hujan tinggi. Data daya tumbuh sangat baik yaitu >95% (Tabel 1) Berdasarkan hasil-hasil penelitian bahwa daya tumbuh terhambat disebabkan suhu tanah yang rendah (<15 °C), proses perkecambahan menjadi sangat lambat, bisa mencapai 2 minggu. Hal ini dikarenakan perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembaban tanah tinggi. Sementara pada suhu tinggi (>30° C), banyak biji yang mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat. Disamping suhu tanah, suhu lingkungan juga berpengaruh terhadap perkembangan tanaman kedelai. Suhu lingkungan udara rata-rata 22–29 °C, akan tetapi awal tanam suhu udara mencapai 32 °C. Hasil penelitian melaporkan bahwa apabila suhu lingkungan mencapai 40 °C pada masa tanaman berbunga, bunga tersebut akan rontok sehingga jumlah polong dan biji kedelai yang terbentuk juga menjadi berkurang, sebaliknya suhu terlalu rendah (10 °C), seperti pada daerah subtropik, dapat menghambat proses pembungaan dan pembentukan polong kedelai. Suhu lingkungan optimal untuk pembungaan bunga yaitu 24 -25 °C sangat sesuai (S1).

Tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan panjang hari atau lama penyinaran sinar matahari karena kedelai termasuk tanaman “hari pendek”. Artinya, tanaman kedelai tidak akan berbunga bila panjang hari melebihi batas kritis, yaitu 15 jam per hari. Oleh karena itu, bila varietas yang berproduksi tinggi dari daerah subtropik dengan panjang hari 14–16 jam ditanam di daerah tropik dengan rata-rata panjang hari 12 jam maka varietas tersebut akan mengalami penurunan produksi karena masa bunganya menjadi pendek, yaitu dari umur 50–60 hari menjadi 35–40 hari setelah tanam. Hasil pengamatan umur berbunga rata-rata 36 hari untuk galur GC-74-7 dan Cikuray, sedangkan Varietas Malika dan Wilis 40 hari setelah tanam (Tabel 1). Selain itu, batang tanaman pun menjadi lebih pendek dengan ukuran buku subur juga lebih pendek. Lokasi penelitian di Desa Jatireja, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulonprogo dataran rendah (<120 m dpl). Data pengamatan daya tumbuh, umur berbunga dan panen secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daya Tumbuh, Umur berbunga dan Umur panen.

Varietas/ galur	Daya Tumbuh (%)	Umur Berbunga (hari)	Umur Panen (hari)
GC-74-7	98	36	107
Cikuray	91,6	36	107
Malika	100	46	109
Wilis	95	46	109

Hasil rekapitulasi sidik ragam menunjukkan bahwa paramer pertumbuhan dan hasil tidak berbeda nyata.

Pertumbuhan dan Hasil

Pertumbuhan tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah batang per tanaman, dan jumlah cabang per tanaman. Antar galur harapan GC-74-7 dengan varetas kedelai hitam cikuray dan Malika tidak berbeda nyata diikuti oleh kedelai kuning varietas Wilis pada keadaan jenuh air akibat curuh hujan. Walaupun hasil penelitian yang dilakukan oleh Mapegau (2006) di rumah kaca melaporkan bahwa pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman kedelai bergantung pada jenis kultivar.

Interaksi tinggi tanaman dengan jumlah tanaman dan cabang tidak berbeda nyata pada cekaman air. Cekaman air pada tingkat jenuh cenderung berpengaruh pada tinggi tanaman kedelai varietas Willis dan Cikuray menunjukkan penurunan, sedangkan galur GC-74-7 dan Malika cenderung lebih tinggi, hal tersebut sebagai indikator tahan terhadap cekaman jenuh air. Varietas cikuray tinggi, jumlah pohon dan cabang lebih rendah dibandingkan galur dan varietas wilis, malika dan galur GC-74-7 (Tabel 2).

Tabel 2 Rerata keragaan tanaman saat panen

Varietas /galur	Tinggi tanaman saat panen (cm)	Jumlah batang per tanaman	Jumlah cabang per tanaman
GC-74-7	47 a	1.43 a	9.67 a
Cikuray	42 a	1.07 a	6.33 a
Malika	49 a	1.57 a	8.33 a
Wilis	41 a	1.73 a	9.00 a
KK	9.17	16.93	15.35

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% BNJ.

Hasil biji kering per tanaman ditentukan oleh bobot polong, bobot biji, jumlah polong bernas, dan berat 100 biji. Hasil analisis menunjukkan bahwa tiga varietas dan satu galur harapan tidak pengaruhi cekaman jenuh air. Ini terbukti bahwa hasil biji kering dipengaruhi oleh ketahanan galur atau varietas dengan meningkatnya cekaman air. Menurut Slatyer (1971) hasil tanaman serealia (biji-bijian) ditentukan oleh fotosintesis yang terjadi setelah pembungaan. Hal ini berarti bahwa hasil biji kering tanaman termasuk kedelai bergantung pada fotosintat yang tersedia dan distribusinya, khususnya selama fase pengisian biji. Dengan demikian lebih lanjut dapat diartikan bahwa menurunnya hasil biji kering tanaman kedelai pada tingkat cekaman air yang lebih tinggi (KATT rendah) terjadi karena jumlah fotosintat yang tersedia dan distribusinya ke dalam biji berkurang. Sejalan dengan hal ini Harnowo (1993) mengemukakan bahwa cekaman air menghambat fotosintesis dan distribusi asimilat ke dalam organ reproduktif. Sebe-

lumnya Ritche (1980) menemukan bahwa proses pengisian biji dan translokasi fotosintat sangat sensitif terhadap cekaman air. Karena itu dapat mengurangi bobot biji kering. Tinggi tanaman mempunyai pengaruh terhadap jumlah polong pertanaman, dalam keadaan normal jumlah polong per tanaman semakin tinggi juga semakin banyak jumlah polong terbentuk (Tabel 2 dan 3). Pengaruh cekaman air karena jenuh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tergantung pada tingkat cekaman yang dialami dan jenis atau kultivar yang ditanam. Pengaruh awal daritanaman yang mendapat cekaman air adalah terjadinya hambatan terhadap pembukaan stomata daun yang kemudian berpengaruh besar terhadap proses fisiologis dan metabolisme dalam tanaman (Penny- Packer *et al.* 1990).

Tabel 3 Rerata Berat polong, berat biji, jumlah polong bernas dan hampa

Varietas /galur	Berat polong 10 tanaman sample (g)	Berat biji 10 tanaman sample (g)	Jumlah polong bernas/tanaman	Jumlah polong hampa/tanaman
GC-74-7	93.33 a	48.33 a	36.67 a	2.90 a
Cikuray	83.33 a	45.00 a	32.67a	2.13 a
Malika	88.33 a	58.33 a	35.33a	2.80 a
Wilis	100.00 a	40.00 a	26.67 b	4.63 a
KK	14.28	14.69	14.28	14.69

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% BNJ.

Jumlah buku pada batang tanaman dipengaruhi oleh tipe tumbuh batang dan periode panjang penyinaran pada siang hari. Pada kondisi normal, jumlah buku berkisar 15-30 buah. Jumlah buku batang indeterminate umumnya lebih banyak dibandingkan batang determinate. Cabang akan muncul di batang tanaman. Jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah, tetapi ada juga varietas kedelai yang tidak bercabang (Tabel 3). Jumlah cabang bisa menjadi sedikit bila penanaman dirapatkan dari 250.000 tanaman/hektar menjadi 500.000 tanaman/hektar. Jumlah batang tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan jumlah biji yang diproduksi. Artinya, walaupun jumlah cabang banyak, belum tentu produksi kedelai juga banyak. Indradewa *et al* (2004) merekomendasikan bahwa genangan dalam parit dapat meningkatkan hasil biji kedelai 20% sampai 80% hasil biji dibandingkan tanaman kontrol yang diluapi, karena pertumbuhan bintil yang dapat dipertahankan sampai saat pengisian polong bernas pertanaman. Varietas wilis cenderung tidak tahan jenuh air dan berpengaruh terhadap produksinya terendah dibandingkan Malika, Cikuray dan Galur GC-74-7 (Tabel 4). Bobot 100 butir baik galur dan varietas termasuk biji sedang (10 – 12 g/100 butir).

Tabel 4 Rerata populasi, bobot biji, Hasil dan bobot 100 biji

Varietas/ galur	Jumlah populasi tanaman per plot (4x5 m ²)	Bobot Biji per plot (4x5 m ²) (g)	Hasil per t/ha (Kadar air 17-20%)	Bobot 100 biji (14%)
GC-74-7	193.33 b	4,600.00 a	2.30 a	10.60 a
Cikuray	233.33 a	4,333.33 a	2.17 a	10.70 a
Malika	202.00 b	3,000.00 a	1.50 a	11.07 a
Wilis	249.00 a	1,833.33 a	0.92 a	12.13 a
KK	23.40	4.75	30.15	5.24

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

KESIMPULAN

1. Galur GC-74-7 dan varietas Cikuray toleran pada lingkungan jenuh air ini terbukti bahwa jumlah polong bernas berbeda nyata, sehingga berpengaruh terhadap hasil biji per plot dan hektarnya.
2. Sistem tanam tajorwo berpengaruh terhadap jumlah populasi perplot berbeda nyata, akan tetapi belum dapat meningkatkan hasil biji per plot atau hasil per hanya pada lingkungan jenuh air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Ibu Dr. Desta Inas, MSi Dosen Pemuliaan pada Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB Bogor yang telah memberikan materi galur GC-74-7 dan Varietas Cikuray dan Wilis, Kelompok tani Maju ketua kelompoknya Bpk Rosid yang telah membantu dalam pngkajian di lapang dan lahannya, serta Daryono, SP sebagai Koordinator BPP Kecamatan Lendah Kabupaten Kulonprogo.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2009. <http://www.bps.go.id>.
- Adie, M.M., Soegito, Rodiah, H. Purnomo. 1990. Tanggapan beberapa genotipe kedelai terhadap cara budidaya basah dan kering. Risalah hasil penelitian tanaman pangan tahun 1990. Bogor. Hal. 8-13.
- Cooper, R.L., R.J. Lawn and H.V.A. Bushby. 1993. Improving yield potensial of irrigated soybean. CSIRO Biennial Research Report 1992-1993. pp. 15-16.
- Guofa, W. 1990. Evaluation of soybean in saturated soil culture related to its adaptation and nitrogen fixation. Thesis Abstr. of AGS Student.
- Hartley, R.A., R.J. Lawn and D.E. Byth. 1987. Supernodulating soybean in saturated soil culture. CSIRO Annual Report 1986-1987. pp. 104-105.
- Harnowo, D. 1993. Respons Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) terhadap Pemupukan Kalium dan Cekaman Kekeringan pada Fase ,Reproduktif. Tesis S2 Program Pascasarjana IPB. Bogor
- Ghulahmahdi, M. 2009. Kedelai Ditanam dengan Sistem Budidaya Jenuh Air. Warta Agronomi. Depatemen Agronomi dan hortikultura. IPB Bogor. Minggu, 15 Nov 2009, 21:56. PP 1-6
- Inradewa, D., Soemartono Sastrowinoto, S. Notohadisuwarno dan Hari Prabowo. 2004. Metabolisme Mitrgen pada Tanaman Kedelai yang Mendapat Genangan dalam Parit. Ilmu Pertanian Vol. 11 No. 2, 2004: 68-75.
- Manwan, I. Sumarno, A.S. Karama, A.M. Fagi. 1990. Teknologi peningkatan produksi kedelai di Indonesia. Puslitbangtan. Bogor. 49 hal.
- Mapegau, 2006. Pengaruh Cekaman Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr). Jurnal Ilmiah Pertanian KULTURA Vol. 41 No. 1 • Maret 2006. 12 hal
- Ralph, W. 1983. Soybean respond to controlled waterlogging. Rural Res. 120: 4-8.
- Ritche, J. T. 1980 Climate and soil water, In Moving up the yield curve. Advace and obstacle, Spec. Publ. No. 39. p: 1-23.
- Slatyer, R. D. 1971. Physiological Significance of Internal Water Relation to Crop Yield. In Physiological Aspects of Crop Yield. J. D. Eastin, F. A. Haskins, C. Y. Sullivan and C. H. M. Van Bavel (Eds.). Am. Soc. Agron. Crop Sci. Amer, Madison Wisconsin. p: 53-87.

- Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. *Plant Physiology* 2nd ed. Sinauer Associates. Inc. Publ. Massachusetts.
- Troedson, R.J., R.J. Lawn and D.E. Byth. 1982. Wet soil culture of soybeans. CSIRO Annual Report 1981 1982. p. 40.
- Troedson, R.J., R.J. Lawn and D.E. Byth. 1983. Saturated soil culture of soybeans. CSIRO Annual Report 1982-1983. pp. 35-36.
- Troedson, R.J., R.J. Lawn, D.E. Byth and G.L. Wilson. 1985. Saturated soil culture - an innovative water management option for soybean in the tropics and subtropics. In: *Soybean in Tropical and Subtropical Cropping System. Proceeding of A Symposium*. Sanmugasundaram, S. and E.W. Sulzberger (eds.). The Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua. Taiwan. China. pp. 171-180.
- Wright, G.C. and C.J. Smith. 1987. Soybeans root distribution under wet soil culture on a red-brown earth. *Plant and Soil* 103: 129-133.