

**PERTUMBUHAN, SERAPAN PHOSPOR, EFFISIENSI PEMANFAATAN RADIASI  
SURYA DAN AIR TIGA VARIETAS KEDELAI [*Glycine max* (L.) Merrill]  
DI RUMAH KACA PADA BEBERAPA TARAF INTENSITAS  
RADIASI SURYA DAN KADAR AIR TANAH**

*(Growth, Phospor Nutrient uptake, Radiation and Water Use Efficency by Three  
Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] Variety in Green House on Several  
Radiation Intensity and Soil Water Content)*

Haris Syahbuddin dan Irsal Las

Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor

**ABSTRACT**

Have tendency increasing of nutrient if soil water content increase from wilting point percentage to field capacity, and then if soil porosity flooding uptake nutrient decreased. Object of experiment are (1) to know influence of radiation intensity and soil water content that growth, uptake and efficiency of Phospor at Wilis, Malabar and Lokon variety, (2) to define optimal rate of radiation intensity and water availability to uptake and efficiency of Phospor also their growth, and (3) to define of variety that Phospor nutrient uptake, radiation intensity and water efficiency.

The experiment implementation on July to August 1994 in a greenhouse of Ecophysiology division for Bogor Research for Food Crops, use Split-Split Plot design with three replication. Radiation Intensity level as main plot are without shelter, 25% shelter, and 67% shelter respectively. Soil water availability level as sub plot are -25% soil water availability, content of soil water availability and +25% soil water availability respectively. Soybean variety as sub sub plot are Wilis, Malabar, and Lokon.

The result of experiment showed that Wilis variety gave best result for dry weight harvest root is 0,41 g on radiation intensity without shelter with 2076 ml water availability. Malabar variety resulted higher dry weight 100 seed 9,88 g per polibag on radiation intensity 25% shelter with 1672 ml water availability, and not significant with 1974 ml water availability on radiation intensity without shelter (8,35 g) or 25% shelter (8,79 g), and not significant with radiation intensity 67% shelter with 2076 ml water availability (7,81 g). Wilis, Malabar or Lokon variety not significant in Phospor uptake per polibag are in radiation intensity without shelter with 2076 ml water availability 3,28; 2,86; and 3,38 mg respectively. Have inclination that Wilis variety better in Phospor uptake and more efficiency of radiation and water use than Malabar and Lokon.

**Key words :** Radiation intensity, water content, Phospor uptake, Phospor efficiency, Soybean.

**ABSTRAK**

Terdapat tendensi peningkatan unsur hara apabila kandungan air tanah meningkat dari persentase titik layu permanen menjadi kapasitas lapang, dan jika pori-pori tanah jenuh air (flooding) serapan unsur hara menurun. Tujuan penelitian adalah : (1) mengetahui pengaruh intensitas radiasi surya dan air terhadap pola pertumbuhan, serapan dan efisiensi hara P varietas Wilis, Malabar dan Lokon, (2) menentukan tingkat intensitas radiasi surya dan ketersediaan air yang optimal terhadap serapan dan efisiensi hara P serta pola pertumbuhan tiga varietas kedelai, dan (3) menentukan varietas kedelai yang efisien menyerap hara Phospor, intensitas radiasi surya dan air.

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Ekofisiologi Balittan Bogor. Penelitian disusun dalam rancangan petak petak terpisah (Split-Split Plot) dengan 3 ulangan. Tiga taraf intensitas radiasi surya

ditempatkan sebagai petak utama masing-masing (1) tanpa naungan, (2) ternaungi 25%, dan (3) ternaungi 67%. Sebagai anak petak ditempatkan tiga taraf ketersediaan air yaitu (1) -25% dari kadar air tanah tersedia, (2) kadar air tanah tersedia, dan (3) +25% dari kadar air tanah tersedia. Sebagai anak-anak petak ditempatkan tiga varietas yaitu (1) varietas Willis, (2) varietas Malabar, dan (3) varietas Lokon.

Hasil penelitian menunjukkan Varietas Willis memberikan hasil terbaik terhadap berat kering akar panen pada intensitas radiasi surya tanpa naungan dengan ketersediaan air 2076 ml sebesar 0,41 g. Varietas Malabar menghasilkan berat kering 100 butir biji baik per pot tertinggi 9,88 g pada intensitas radiasi surya ternaungi 25% dengan ketersediaan air 1672 ml, dan tidak berbeda dengan ketersediaan air 1974 ml baik pada intensitas radiasi surya tanpa naungan (8,35 g) maupun ternaungi 25% (8,79 g), dan tidak berbeda dengan intensitas radiasi surya ternaungi 75% dengan ketersediaan air 2076 ml (7,81 g). Baik varietas Willis, Malabar, maupun Lokon tidak berbeda dalam serapan Fosfor total per pot yaitu pada intensitas radiasi surya tanpa naungan dengan ketersediaan air 2076 ml masing-masing adalah 3,28; 2,86; dan 3,38 mg. Terdapat kecenderungan bahwa varietas Willis lebih baik dalam menyerap Fosfor dan lebih efisien dalam memanfaatkan radiasi surya dan air daripada varietas Malabar dan Lokon.

**Kata Kunci :** Taraf Radiasi Surya, kadar air, serapan fosfor, efisiensi fosfor, kedelai.

## PENDAHULUAN

Produksi tanaman merupakan hasil akhir dari proses fisiologi yang terjadi pada setiap organnya. Proses fisiologi itu sendiri dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan seperti, ketersediaan air, hara mineral, suhu yang sesuai dan energi radiasi (Heddy S., 1987).

Radiasi surya dan air merupakan faktor utama yang berperan dalam proses pertumbuhan, baik sebagai komponen utama maupun sebagai pemasok energi untuk fotosintesis dan sebagai pelarut atau pembawa unsur hara dari dalam tanah. Dalam pembudidayaan kedelai radiasi surya dan atau air bisa menjadi faktor pembatas, terutama pemanfaatan pada pola tanam tertentu. Penanaman selama musim penghujan dan atau penanaman pada musim kemarau dengan alokasi dan distribusi air yang tidak tepat.

Yoshida (1976) melaporkan bahwa penyediaan, mobilitas dan serapan hara oleh tanaman padi sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi surya, suhu udara dan suhu tanah. Selain itu kandungan air tanah juga mempengaruhi serapan unsur hara oleh akar tanaman. Sebelum tanaman dapat menyerap hara, hara tersebut harus terdapat pada zone perakaran dan terlarut dalam air. Jika pori-pori tanah jenuh air (flooding) terus menerus, maka pernafasan akar akan terganggu, dan serapan unsur hara P akan menurun (Nyakpa, *et al.*, 1988). Ini berarti pada sistem pertanaman padi sawah, untuk meningkatkan kemampuan tanaman memanfaatkan unsur hara yang ditambahkan kedalam tanah, harus terdapat fase-fase pengeringan air untuk menurunkan kejenuhan air agar tanaman berkesempatan untuk memperpanjang akarnya dan dapat memacu serapan hara P.

Pada pertanaman kedelai khususnya pada lahan kering, kebutuhan terhadap air dan unsur hara terutama P yang tersedia bagi tanaman merupakan syarat pokok keberhasilan pertumbuhan (akar, batang dan tajuk), komponen hasil dan hail panen. Apabila pada awal stadia pengisian polong terjadi cekaman kekeringan dan defisiensi hara P pada tanaman kedelai akan mengakibatkan turunnya hasil kedelai. Terdapat tendensi peningkatan unsur hara apabila kandungan air tanah meningkat dari persentase titik layu permanen menjadi kapasitas lapang, dan jika pori-pori tanah jenuh air (flooding) serapan unsur hara menurun (Nyakpa, *et al.*, 1988).

Hasil penelitian Budianto (1985) dan Harnowo *et al.* (1991) menunjukkan hasil yang nyata bahwa cekaman kekeringan dapat menurunkan jumlah polong bernas pertanaman dan pada akhirnya dapat menurunkan hasil biji kering.

Sistem perakaran merupakan hal yang penting kaitanya dengan kekeringan. Kemampuan tanaman memperpanjang akar tidak terlepas dari pengaruh radiasi surya sebagai pemasok energi dalam proses fotosintesis dan serapan hara. Akan tetapi besarnya energi radiasi surya yang diterima oleh tajuk tanaman tidak selamanya menguntungkan apabila tidak tersedia air yang mencukupi selama tanaman tumbuh dan berkembang. Untuk itu diperlukan kajian besarnya intensitas radiasi surya dan air terhadap efisiensi pemanfaatan radiasi surya dan air, serapan P dan pola pertumbuhan beberapa varietas kedelai.

Tujuan penelitian ini adalah : (1) mengetahui pengaruh intensitas radiasi surya dan air terhadap pola pertumbuhan, serapan P dan efisiensi pemanfaatan radiasi surya dan air varietas Wilis, Malabar dan Lokon, (2) menentukan tingkat intensitas radiasi surya dan ketersediaan air yang optimal terhadap serapan P, efisiensi pemanfaatan radiasi surya dan air serta pola pertumbuhan tiga varietas kedelai, dan (3) menentukan varietas kedelai yang efisien menyerap hara P, intensitas radiasi surya dan air.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada MK 1994 selama 3 bulan dari bulan Juli sampai September, di rumah kaca Ekofisiologi Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan berkaitan dengan pelaksanaan penelitian baik padi sawah maupun kedelai antara lain: kawat kasa, pot/polibag, tanah Latosol Cimanggu kering udara, beberapa jenis varietas kedelai, pupuk Urea, TSP, dan KCl, pestisida, dan lain-lain.

Sedangkan alat yang digunakan antara lain : Termometer maksimum dan minimum, tube solarimeter, Psikrometer Assman, Data Logger, mistar, timbangan, alat tulis menulis, dan lain-lain.

### Metodologi Penelitian

Tanah yang digunakan tanah Latosol (Dudal - Soepraptohardjo, 1957) atau sepadan dengan Inceptisol; Ultisol; Oxisol (Soil Survey Staff, 1975 ) yang menurut sistem Pusat Penelitian Tanah (1983) memiliki ciri-ciri berkadar liat lebih dari 60%, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam dengan batas-batas horizon yang kabur, solum tanah lebih dari 150 cm kejenuhan basa kurang dari 50%, umumnya mempunyai epipedon Umbrik dan horizon Kambik (Hardjowigeno, 1980).

Sampel tanah dikering udarakan selama 3 minggu, kemudian dihaluskan untuk menciptakan kondisi yang homogen pada media tanam. Tempat media tanam polibag warna hitam, yang diisi dengan 10 kg tanah kering udara.

Penelitian disusun dalam rancangan petak petak terpisah (Split-Split Plot) dengan tiga ulangan. Tiga taraf intensitas radiasi surya disimulasikan dari naungan kawat kasa yang ditem-

patkan sebagai petak utama, masing-masing tanpa naungan (100%) (R1), ternaungi 25% (R2) dan ternaungi 67% (R3). Sebagai anak petak ditempatkan tiga taraf ketersediaan air masing-masing : -25% dari air tanah tersedia atau setara dengan kandungan air 1672 ml (A1), kadar air tanah tersedia atau setara dengan kandungan air 1974 ml (A2) dan +25% dari air tersedia atau setara dengan kandungan air 2276 ml (A3). Sebagai anak petak ditempatkan tiga jenis varietas kedelai yaitu: Willis (K1), Malabar (K2) dan Lokon (K3). Perlakuan naungan dan pemberian air dilakukan sejak awal tanam. Penyiraman selanjutnya dilakukan setiap 3 hari sekali.

Pemupukan N, P dan K untuk semua perlakuan berdosisi 0,5 g N/pot, 0,8 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/pot, dan 0,8 g K<sub>2</sub>O/pot. Pupuk TSP dan KCl diberikan sekaligus pada saat tanam, sedangkan pupuk Urea diberikan 1/2 dosis pada saat tanam dan sisanya diberikan pada umur 4 minggu setelah tanam. Dari awal tanam sampai panen dilakukan 4 kali panen sampel yaitu pada 21, 44, 56 HST dan panen akhir. Berdasarkan kombinasi antara perlakuan, ulangan dan waktu pengamatan digunakan polibag sebanyak 324.

### Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati antara lain: intersepsi radiasi surya, suhu udara maksimum dan minimum, kelembaban nisbi dan evapotranspirasi. Parameter tanaman yang diukur adalah pertumbuhan tanaman : luas daun tanaman, bobot kering biomas/tanaman, nisbah bobot kering akar dan tanaman, kedalaman perakaran, dan luas daun; hasil dan komponen hasil : jumlah polong per tanaman, jumlah biji per polong, bobot 100 butir biji baik, persen polong isi dan hampa per tanaman dan hasil. Parameter tanah yang diukur antara lain analisis tanah awal dan penurunan kandungan air tanah. Diukur pula efisiensi pemanfaatan radiasi surya dan air serta serapan P total tanaman. Untuk menentukan kehilangan air atau kebutuhan air digunakan metode timbang. Sedangkan untuk menentukan manfaat guna dan efisiensi radiasi surya didapatkan dari nisbah antara energi yang dipanen dan dimanfaatkan dengan total radiasi surya yang diterima tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tanah dan Iklim

Hasil analisis tanah setelah tanam kedelai pada MK 94 menunjukkan bahwa tanah bertekstur liat, bersifat masam dengan KTK tergolong rendah. Demikian juga kejenuhan basa yang tergolong rendah (<30%). Kandungan N, P dan K tergolong rendah (Tabel 1). Selain itu hasil analisis tanah menunjukkan pH tanah mengalami peningkatan, C organik bertambah 0,205 %, Ca bertambah 0,702 me dan KTK bertambah 6,80 me, sedangkan kandungan N, P, K, Kejenuhan basa, dan Al-tukar mengalami penurunan masing-masing sebesar 0,012 %, 0,721 mg/100 g tanah, 0,133 me, 6,032 %, dan 0,413 me (Tabel 1).

Hasil pengamatan radiasi surya selama tanam kedelai di rumah kaca menunjukkan besarnya radiasi surya yang ditransmisikan ke dalam rumah kaca hanya 40% dari besarnya radiasi surya yang teramati di stasiun pengamat iklim Cimanggu. Dengan demikian radiasi surya yang ditransmisikan tersebut diasumsikan sebagai radiasi surya 100% pada perlakuan tanpa naungan. Rata-rata radiasi surya yang diterima tanaman setiap hari pada fase Vegetatif lebih kecil 3,8% daripada radiasi surya yang diterima selama fase Generatif. Rata-rata suhu udara

maksimum dan minimum setiap hari pada fase Vegetatif lebih kecil 21,5% daripada fase Generatif.

Pengamatan terhadap kelembaban udara tiga harian menunjukkan rata-rata kelembaban tertinggi terdapat pada perlakuan ternaungi 67% (R3) dan terendah pada perlakuan ternaungi 25%(R2). Hal ini dapat terjadi disebabkan gerakan uap air ke atas tertahan oleh naungan, yang disimulasikan dari kawat kasa dengan jerami alang-alang (R3). Tetapi tidak demikian dengan R2 yang hanya disimulasikan dari kawat kasa saja.

Tabel 1. Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah.

Parameter	Hasil Analisis
Tekstur: Pasir (%)	7,110
Debu (%)	19,470
Liat (%)	73,420
pH H <sub>2</sub> O (1 : 2,5)	4,890
pH KCl (1 : 2,5)	4,280
Nisbah N/C	9,006
N (%)	0,163
C (%)	1,468
P (mg/100 g)	1,097
Ca (me/100 g)	1,999
Mg (me/100 g)	1,400
K (me/100 g)	0,372
Na (me/100 g)	0,392
KTK (me/100 g)	14,100
Kejenuhan basa (%)	29,525
Al-tukar (me/100 g)	0,567
Fe (ppm)	2,017
Mn (ppm)	8,441
Cu (ppm)	2,991
Zn (ppm)	8,016

Sumber : laboratorium tanah kelti Ekofisiologi Balittan Bogor, 1994.

### Evapotranspirasi

Evapotranspirasi selama tanam kedelai, yang dihitung berdasarkan selisih berat total awal perlakuan pemberian air (standar) dengan berat total setelah tiga hari menunjukkan, rata-rata evapotranspirasi pada perlakuan tanpa naungan 296,07 mm (3,73 mm/hari) dan lebih besar 16,4% dari perlakuan ternaungi 25% serta lebih besar 63,0% dari perlakuan ternaungi 67%. Menurut Kung (1971) kebutuhan air kedelai berkisar 2,5 - 3,3 mm/hari. Selain itu rata-rata kehilangan air melalui evapotranspirasi semakin besar dengan semakin besarnya ketersediaan air.

Hal ini disebabkan pada tanah jenuh air potensi gravitasi merupakan gaya utama yang mengakibatkan adanya pergerakan air. Ini berarti gerakan air tanah ke akar tanaman dan permukaan tanah diperlambat. Sebaliknya pada tanah tidak jenuh (pertanaman kedelai) gerakan air dipengaruhi oleh gaya potensi matrik. Sehingga gerakan air ke permukaan tanah dan ke akar tanaman dipercepat samapi terbentuk lapisan tipis air diantara partikel-partikel tanah yang tidak tetap yang akan memperlambat gerakan air ke atas (Foth, 1988). Peristiwa ini akan semakin diperbesar bila suhu udara dan atau energi radiasi semakin besar.

Tabel 2. Hasil pengukuran radiasi surya, suhu udara maksimum dan minimum serta kelembaban udara rata-rata 10 harian selama tanam padi sawah dan kedelai.

Bulan	Dasarian	Radiasi Surya			Kelembaban Udara			T-max		T-min	
		kal/cm2/hari			07.00 - 10.00 WIB (%)			(oC)			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	RK	Sta.	RK	Sta.
<b>18 Juli tanam kedelai</b>											
Juli	III	185	139	61	78	75	80	40.0	31.3	21.0	21.5
Agst	I	159	119	52	83	78	80	39.0	31.8	20.0	22.3
<b>18 Agustus awal kedelai berbunga</b>											
	II	210	157	69	74	73	76	39.0	32.3	19.0	20.9
	III	182	132	60	76	83	86	39.0		21.0	
Sept	I	197	148	65	80	85	87	39.0		21.0	
	II	167	125	55	92	78	84	39.0		21.0	
<b>20 September panen kedelai</b>											

Sumber : \*) Stasiun pengamat iklim Cimanggu Balittan Bogor. 1994

Keterangan : Data diolah. R1 : perlakuan tanpa naungan; R2 : ternaungi 25%; R3 : ternaungi 67%; Sta: data pengamatan stasiun Cimanggu; Tmak.: suhu udara maksimum, Tmin. ; Suhu udara minimum.

Tabel 3. Hasil pengukuran evapotranspirasi penelitian kedelai. Bogor MK 1994.

Perlakuan	R1	R2	R3	Rata-rata
A1	3.73	3.41	2.90	3.35
A2	4.71	4.05	3.19	3.98
A3	6.37	5.29	2.99	4.88
Rata-rata	4.94	4.25	3.03	

Keterangan : Data diolah.

**Luas daun tanaman**

Hasil pengukuran terhadap luas daun tanaman kedelai menunjukkan pada umur 21 HST dipengaruhi oleh taraf radiasi surya yang disimulasikan sebagai naungan, ketersediaan air dan jenis varietas, tidak terdapat persitindakan antara ketiga faktor tersebut. Intensitas radiasi surya tanpa naungan berbeda nyata dengan intensitas radiasi surya ternaungi 67%. Demikian pula ketersediaan air sebesar 1672 ml berbeda dengan ketersediaan air 1974 ml dan 2076 ml. Dan antara ketersediaan air 1974 ml dengan 2076 ml tidak berbeda pada taraf nyata 5%. Sedangkan antar varietas tidak berbeda.

Setelah tanaman berumur 44 HST luas daun kedelai dipengaruhi taraf radiasi surya, ketersediaan air dan jenis varietas, juga dipengaruhi oleh persitindakan antara taraf radiasi surya dengan ketersediaan air dan antara ketersediaan air dengan varietas. Persitindakan antara taraf radiasi surya 100% (tanpa naungan) dan taraf radiasi surya ternaungi 25% dengan ketersediaan air 2076 ml memberikan pengaruh terbaik dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Rata-rata luas daun kedelai 44 HST pada kedua perlakuan tersebut masing-masing 703,42 dan 629,52 cm<sup>2</sup>. Demikian pula persitindakan antara ketersediaan air 2076 ml dengan varietas Wilis dan Lokon berpengaruh terbaik yaitu masing-masing 657,42 dan 474,15 cm<sup>2</sup>. Keduanya berbeda dengan perlakuan lainnya (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata luas daun tanaman kedelai per pot pada 21 HST dan 44 HST serta panjang akar terpanjang pada 56 HST.

Perlakuan	Ratio akar/tajuk atas 56 HST (g/g) <sup>*)</sup>				Berat kering akar panen (g) <sup>*)</sup>				Berat kering brangkasan panen (g) <sup>*)</sup>			
	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata
	<b>Wilis</b>											
A1	61,00	92,03	77,17	76,73	146,17	160,19	181,93	162,76	10,83	11,67	9,00	10,50
A2	171,77	137,62	72,33	127,24	223,35	258,12	216,65	232,71	14,33	11,25	8,48	11,35
A3	183,93	142,14	139,76	155,28	909,10	761,66	301,49	657,42	14,67	12,80	8,17	11,88
Rata-rata	138,90	123,93	96,42		426,21	393,32	233,36		13,28	11,91	8,55	
	<b>Malabar</b>											
A1	83,12	100,53	86,27	89,97	227,56	207,58	209,53	214,89	11,87	12,08	6,98	10,31
A2	193,40	132,70	203,95	176,68	362,19	283,82	212,63	286,21	11,83	11,40	7,98	10,40
A3	217,00	159,58	125,59	167,39	562,69	543,29	216,44	440,81	16,25	10,97	10,28	12,50
Rata-rata	164,51	130,94	138,60		384,15	344,90	212,87		13,32	11,48	8,41	
	<b>Lokon</b>											
A1	70,96	83,72	52,17	68,95	146,20	217,02	93,63	152,28	10,75	10,20	8,75	9,90
A2	160,27	146,51	73,22	126,67	361,39	135,20	186,12	227,57	11,67	9,25	7,33	9,42
A3	168,41	168,39	108,75	148,52	638,48	583,59	200,36	474,14	11,25	11,00	7,58	9,94
Rata-rata	133,21	132,87	78,05		382,02	311,94	160,04		11,22	10,15	7,89	

Keterangan : \*) tidak nyata hasil analisis varian

**Panjang Akar Terpanjang pada 56 HST, Berat Kering Akar Panen dan Ratio Akar/Tajuk Atas**

Hasil analisis sidik ragam dan uji berganda Duncan panjang akar terpanjang 56 HST dipengaruhi oleh taraf radiasi surya, ketersediaan air dan jenis varietas. Pada tanpa naungan memberikan hasil terbaik 12,52 cm dan berbeda dengan taraf radiasi surya ternaungi 67%. Sedangkan antara taraf ketersediaan air dan jenis varietas tidak berbeda (Tabel 5).

Berat kering akar panen akhir dipengaruhi taraf radiasi surya, ketersediaan air, jenis varietas dan persitindakan di antara ketiga faktor tersebut. Perlakuan taraf radiasi surya ternaungi 67%, ketersediaan air 2076 ml dan varietas Willis berbeda dengan perlakuan taraf radiasi surya ketersediaan air dan jenis varietas lainnya. Fotosintesis terutama di daun akan menghasilkan fotosintat yang akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman, dimana akan terjadi penimbunan karbohidrat di dalam batang yang akan digunakan untuk pengisian polong (Egli, 1975). Oleh karena itu produksi bahan kering sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi surya/cahaya dan efisiensi penggunaannya (Shibbles and Weber, 1966).

Tabel 5. Rata-rata ratio berat kering akar per tajuk atas pada 56 HST, berat kering akar dan berat kering brangkasan atas panen kedelai per pot.

Perlakuan	Ratio akar/tajuk atas 56 HST (g/g) <sup>*)</sup>				Berat kering akar panen (g) <sup>1)</sup>				Berat kering brangkasan panen (g) <sup>*)</sup>			
	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata
<b>Willis</b>												
A1	0,19	0,16	0,09	0,15	0,10	0,13	0,05	0,09	1,16	1,45	0,48	1,03
					efghi	defg	hijk					
A2	0,14	0,07	0,05	0,09	0,23	0,16	0,03	0,14	2,83	3,04	0,49	2,12
					b	cde	jk					
A3	0,06	0,05	0,05	0,05	0,41	0,25	0,11	0,26	7,13	6,45	1,92	5,17
					a	e	efgh					
Rata-rata	0,13	0,09	0,06		0,25	0,18	0,06		3,71	3,65	0,96	
<b>Malabar</b>												
A1	0,15	0,06	0,04	0,08	0,10	0,10	0,03	0,08	0,96	2,12	0,86	1,31
					efghi	efghi	jk					
A2	0,07	0,05	0,04	0,05	0,15	0,11	0,04	0,10	3,13	3,04	0,90	2,36
					cdef	efgh	ijk					
A3	0,12	0,04	0,06	0,07	0,19	0,15	0,07	0,14	6,66	4,80	1,48	4,31
					bc	cdef	ghijk					
Rata-rata	0,11	0,05	0,05		0,15	0,12	0,05		3,58	3,32	1,08	
<b>Lokon</b>												
A1	0,16	0,08	0,05	0,10	0,09	0,08	0,02	0,06	0,69	1,62	0,44	0,92
					fghijk	ghijk	k					
A2	0,07	0,07	0,03	0,06	0,08	0,09	0,04	0,07	1,28	2,34	0,60	1,41
					ghijk	fghijk	ijk					
A3	0,05	0,04	0,05	0,05	0,19	0,09	0,06	0,11	5,80	4,09	1,11	3,67
					bcd	efghij	hijk					
Rata-rata	0,09	0,06	0,04		0,12	0,09	0,04		2,59	2,68	0,72	

Keterangan : \*) tidak nyata hasil analisis varian

1) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%, hasil uji berganda Duncan.



Ratio akar/tajuk atas merupakan salah satu parameter untuk menentukan hubungan antara perakaran dengan cekaman kekeringan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan ratio akar/tajuk atas 56 HST dipengaruhi oleh intensitas radiasi surya, ketersediaan air, dan varietas. Pemberiaan naungan 73% dan ketersediaan air +25% kadar air tanah tersedia menghasilkan ratio akar/tajuk atas terkecil yaitu sebesar 0,05 dan 0,06 serta berbeda dengan perlakuan lainnya. Varietas Malabar dan Lokon memiliki ratio akar/tajuk atas terkecil. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua varietas tersebut mampu mengatasi kekeringan atau cekaman air (Tabel 5).

Persitindakan antara taraf radiasi surya tanpa naungan dengan ketersediaan air 2076 ml dan dengan varietas wilis serta antara ketersediaan air 2076 ml dengan varietas Wilis memberikan hasil terbesar masing-masing 0,26; 0,24 dan 0,26 g. Ketiga jenis perlakuan persitindakan tersebut berbeda dengan perlakuan lain pada jenis persitindakan yang sama. Tanggapan varietas Wilis untuk membentuk berat kering akar terbaik dan berbeda dengan perlakuan lainnya, persitindakan perlakuan taraf radiasi surya 100% dengan ketersediaan air 2076 ml. Sedangkan tanggapan varietas Lokon untuk membentuk berat kering akan memberikan hasil terendah pada perlakuan taraf radiasi surya ternaungi 67% dengan ketersediaan air 1672 ml (Tabel 5).

#### **Jumlah Polong Isi dan Polong Hampa**

Pembentukan polong isi dipengaruhi oleh taraf radiasi surya, ketersediaan air dan jenis varietas. Persitindakan antara taraf radiasi surya dan air juga berpengaruh nyata. Pemberiaan naungan 25% tidak berbeda dengan taraf radiasi surya tanpa naungan. Ketersediaan air 2076 ml berbeda dengan ketersediaan air 1672 ml dan 1974 ml. Sedangkan antar varietas kedelai tidak berbeda. Tanggapan Tanaman terhadap persitindakan antara taraf radiasi surya tanpa naungan dan diberi naungan 25% dengan varietas Lokon menghasilkan jumlah polong isi terbesar masing-masing 13,11 dan 13,56 buah dan berbeda dengan perlakuan lain pada persitindakan yang sejenis.

Hasil analisis juga menunjukkan semakin tinggi tingkat ketersediaan air jumlah polong hampa yang terbentuk akan semakin besar terutama pada varietas Malabar dan Lokon, dan berbeda dengan perlakuan tingkat ketersediaan air 1672 ml dan 1974 ml pada varietas yang dicobakan (Tabel 6).

#### **Berat Kering Polong Isi dan Brangkas Panen**

Terdapat persitindakan antara taraf radiasi surya dengan tingkat ketersediaan air dan varietas kedelai serta persitindakan antara tingkat ketersediaan air dengan varietas, yang berpengaruh terhadap berat kering polong isi. Persitindakan antara taraf radiasi surya tanpa naungan dan taraf radiasi surya ternaungi 25% dengan tingkat ketersediaan air 2076 ml dan varietas Malabar memberikan tanggapan terbaik terhadap pembentukan berat kering polong isi. Selain itu pada tingkat ketersediaan air 2076 ml tanggapan varietas Wilis dan Malabar berbeda dengan perlakuan lain pada jenis persitindakan yang sama (Tabel 6). Demikian pula halnya dengan pembentukan berat kering brangkas tanaman kedelai per pot (Tabel 5).

Tabel 6. Rata-rata jumlah polong isi, jumlah polong hampa dan berat kering polong isi kedelai per pot.

Perlakuan	Ratio akar/tajuk atas 56 HST (g/g) *)				Berat kering akar panen (g) *)				Berat kering brangkasan panen (g) *)			
	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata
<b>Wilis</b>												
A1	2,00	8,00	6,00	5,33	0,33	0,33	0,00	0,22	0,26	0,43	0,20	0,30
A2	13,00	21,00	4,00	12,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	1,37	0,12	0,70
A3	37,00	46,00	16,00	33,00	0,67	0,00	0,00	0,22	2,59	3,09	0,96	2,21
Rata-rata	17,33	25,00	8,67		0,33	0,11	0,00		1,16	1,63	0,43	
<b>Malabar</b>												
A1	2,00	14,00	11,00	9,00	1,00	0,00	0,00	0,33	0,27	1,06	0,42	0,58
A2	22,00	25,00	8,00	18,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54	1,78	0,44	1,25
A3	50,00	39,00	11,00	33,33	0,67	1,33	1,00	1,00	3,41	2,70	0,71	2,27
Rata-rata	24,67	26,00	10,00		0,56	0,44	0,33		1,74	1,85	0,52	
<b>Lokon</b>												
A1	0,00	13,00	5,00	6,00	0,00	0,33	0,00	0,11	0,00	0,56	0,20	0,25
A2	5,00	18,00	5,00	9,33	0,00	0,33	0,00	0,11	0,15	1,05	0,22	0,47
A3	31,00	37,00	8,00	25,33	2,33	2,33	1,33	2,00	1,48	2,01	0,37	1,29
Rata-rata	12,00	22,67	6,00		0,78	1,00	0,44		0,54	1,21	0,26	

Keterangan : \*) tidak nyata hasil analisis varian.

### Jumlah Biji Polong Isi dan Berat Kering Biji

Pembentukan jumlah biji tanaman kedelai dipengaruhi oleh persitindakan antara taraf radiasi surya dengan ketersediaan air dan varietas. Demikian pula dengan berat kering biji. Selain itu dipengaruhi pula oleh persitindakan antara tingkat ketersediaan air dan varietas.

Tidak terdapat perbedaan antara taraf radiasi surya tanpa naungan dengan ternaungi 25% terhadap pembentukan jumlah biji polong isi pada ketersediaan air 2076 ml, tetapi berbeda dengan jenis perlakuan lainnya dan memberikan hasil tertinggi. Demikian pula pada kedua taraf radiasi surya tersebut pada varietas Malabar dan Lokon.

Berat kering biji polong isi terdapat pada perlakuan taraf radiasi surya tanpa naungan dan ternaungi 25% dengan ketersediaan air 2076 ml dan pada varietas Malabar (Tabel 7).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa bobot 100 butir biji baik kedelai per pot dipengaruhi oleh intensitas radiasi surya, ketersediaan air, varietas serta persitindakan diantara faktor-faktor tersebut. Dengan menggunakan varietas Malabar pemberian air 1974 ml (kadar air tanah tersedia) tanpa naungan, pemberian air 1974 ml dan 1672 ml (-25% dari kadar air tanah tersedia) ternaungi 25%, dan pemberian air 2076 ml (+25% dari kadar air tanah tersedia) ternaungi 75% tidak berbeda satu dengan lainnya, dan merupakan bobot 100 butir biji baik tertinggi pada setiap intensitas radiasi surya, ketersediaan air dan varietas (Tabel 7).

Tabel 7. Rata-rata jumlah biji polong isi, berat biji polong isi dan bobot kering 100 butir biji baik kedelai per pot.

Perlakuan	Ratio akar/tajuk atas 56 HST (g/g) <sup>*)</sup>				Berat kering akar panen (g) <sup>1)</sup>				Berat kering brangkasan panen (g) <sup>*)</sup>			
	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata
<b>Willis</b>												
A1	4,00	5,00	3,00	4,00	0,14	0,28	0,10	0,17	3,24	5,57	3,61	4,14
									jk	efghi	ijk	
A2	5,00	14,00	2,00	7,00	0,27	0,96	0,06	0,43	5,12	6,82	4,18	5,37
									fg hij	bcdef	hij	
A3	24,00	28,00	9,00	20,33	1,56	2,14	0,65	1,45	6,54	7,70	6,89	7,04
									cdefg	bcd	bcdef	
Rata-rata	11,00	15,67	4,67		0,66	1,13	0,27		4,97	6,70	4,89	
<b>Malabar</b>												
A1	3,00	7,00	5,00	5,00	0,16	0,71	0,26	0,38	5,15	9,86	5,28	6,76
									fg hij	a	fg hij	
A2	12,00	14,00	3,00	9,67	1,00	1,21	0,25	0,82	8,35	8,79	7,22	8,12
									abc	ab	bcdef	
A3	33,00	24,00	5,00	20,67	2,27	1,78	0,40	1,48	6,83	7,57	7,81	7,40
									bcdef	bcd	abcd	
Rata-rata	16,00	15,00	4,33		1,14	1,23	0,30		6,78	8,74	6,77	
<b>Lokon</b>												
A1	0,00	6,00	2,00	2,67	0,00	0,35	0,11	0,15	0,63	4,53	4,42	3,19
									l	ghij	ghij	
A2	3,00	10,00	2,00	5,00	0,07	0,69	0,14	0,30	2,06	6,86	6,29	5,07
									kl	bcdef	cdefgh	
A3	19,00	21,00	4,00	14,67	0,88	1,34	0,22	0,81	4,64	6,17	5,77	5,53
									ghij	defgh	defghi	
Rata-rata	7,33	12,33	2,67		0,32	0,79	0,16		2,44	5,85	5,49	

Keterangan : \*) tidak nyata hasil analisis varian

1) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%, hasil uji berganda Duncan.

### Bobot 100 Butir Biji Baik dan Serapan P Total per Pot

Serapan P total per pot pada masing-masing varietas Willis, Malabar dan Lokon tertinggi pada perlakuan tanpa naungan dengan pemberian air 2076 ml dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Ketersediaan air +25% dari kadar air tanah tersedia memungkinkan bagi hara P untuk terlarut dalam air dan tersedia bagi tanaman, dan dengan energi radiasi surya secara penuh memberikan energi pada tanaman untuk mentranslokasikan hara P ke seluruh bagian tanaman (Tabel 8). Kemampuan jelajah akar tanaman kedelai pada kondisi air dan radiasi terbatas juga turut menentukan kemampuan menyerap P. Semakin besar kemampuan tanaman menjelajah kedalaman lapisan tanah, berarti jarak akar tanaman akan semakin dekat dengan unsur hara. Sehingga laju serapan P baik yang telah tercuci pada lapisan yang lebih dalam maupun yang terjepit pada kisi-kisi liat, oleh akar tanaman bersamaan dengan transpirasi dapat lebih dipercepat.

Tabel 7. Rata-rata jumlah biji polong isi, berat biji polong isi dan bobot kering 100 butir biji baik kedelai per pot.

Perlakuan	Ratio akar/tajuk atas 56 HST (g/g) <sup>*)</sup>				Berat kering akar panen (g) <sup>1)</sup>				Berat kering brangkasan panen (g) <sup>*)</sup>			
	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata
<b>Willis</b>												
A1	4,00	5,00	3,00	4,00	0,14	0,28	0,10	0,17	3,24	5,57	3,61	4,14
									jk	efghi	ijk	
A2	5,00	14,00	2,00	7,00	0,27	0,96	0,06	0,43	5,12	6,82	4,18	5,37
									fghij	bcdef	hij	
A3	24,00	28,00	9,00	20,33	1,56	2,14	0,65	1,45	6,54	7,70	6,89	7,04
									cdefg	bcde	bcdef	
Rata-rata	11,00	15,67	4,67		0,66	1,13	0,27		4,97	6,70	4,89	
<b>Malabar</b>												
A1	3,00	7,00	5,00	5,00	0,16	0,71	0,26	0,38	5,15	9,86	5,28	6,76
									fghij	a	fghij	
A2	12,00	14,00	3,00	9,67	1,00	1,21	0,25	0,82	8,35	8,79	7,22	8,12
									abc	ab	bcdef	
A3	33,00	24,00	5,00	20,67	2,27	1,78	0,40	1,48	6,83	7,57	7,81	7,40
									bcdef	bcde	abcd	
Rata-rata	16,00	15,00	4,33		1,14	1,23	0,30		6,78	8,74	6,77	
<b>Lokon</b>												
A1	0,00	6,00	2,00	2,67	0,00	0,35	0,11	0,15	0,63	4,53	4,42	3,19
									l	ghij	ghij	
A2	3,00	10,00	2,00	5,00	0,07	0,69	0,14	0,30	2,06	6,86	6,29	5,07
									kl	bcdef	cdefgh	
A3	19,00	21,00	4,00	14,67	0,88	1,34	0,22	0,81	4,64	6,17	5,77	5,53
									ghij	defgh	defghi	
Rata-rata	7,33	12,33	2,67		0,32	0,79	0,16		2,44	5,85	5,49	

Keterangan : \*) tidak nyata hasil analisis varian

1) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%, hasil uji berganda Duncan.

### Bobot 100 Butir Biji Baik dan Serapan P Total per Pot

Serapan P total per pot pada masing-masing varietas Willis, Malabar dan Lokon tertinggi pada perlakuan tanpa naungan dengan pemberian air 2076 ml dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Ketersediaan air +25% dari kadar air tanah tersedia memungkinkan bagi hara P untuk terlarut dalam air dan tersedia bagi tanaman, dan dengan energi radiasi surya secara penuh memberikan energi pada tanaman untuk mentranslokasikan hara P ke seluruh bagian tanaman (Tabel 8). Kemampuan jelajah akar tanaman kedelai pada kondisi air dan radiasi terbatas juga turut menentukan kemampuan menyerap P. Semakin besar kemampuan tanaman menjelajah kedalaman lapisan tanah, berarti jarak akar tanaman akan semakin dekat dengan unsur hara. Sehingga laju serapan P baik yang telah tercuci pada lapisan yang lebih dalam maupun yang terjepit pada kisi-kisi liat, oleh akar tanaman bersamaan dengan transpirasi dapat lebih dipercepat.

### Efisiensi Pemanfaatan Radiasi Surya dan Air per Pot

Efisiensi pemanfatan radiasi surya tertinggi terdapat pada pemberian air 2076 ml baik pada intensitas radiasi surya tanpa naungan, ternaungi 25% dan varietas Willis. Masing-masing secara berturut-turut adalah 1,89; 1,94; dan 2,06 kal/kal. Demikian pula dengan efisiensi pemanfaatan air. Dimana efisiensi pemanfatan air tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa naungan dengan ketersediaan air 2076 ml dan dengan varietas Willis (Tabel 8). Ini berarti varietas Wilis mampu memanfaatkan keterbatasan radiasi surya dan air lebih baik atau lebih efisien dalam membentuk berat kering brangkasian dibanding varietas lain. Namun demikian tidak berarti varietas Wilis dapat menghasilkan berat biji lebih baik dari varietas lainnya.

Tabel 8. Rata-rata serapan P total, efisiensi pemanfaatan air dan radiasi surya kedelai per pot.

Perlakuan	Ratio akar/tajuk atas 56 HST (g/g) <sup>*)</sup>				Berat kering akar panen (g) <sup>1)</sup>				Berat kering brangkasian panen (g) <sup>*)</sup>			
	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata	R1	R2	R3	Rata-rata
<b>Willis</b>												
A1	0,74	0,74	0,13	0,54	0,02	0,02	0,01	0,02	0,34	0,55	0,42	0,44
	fghi	fghi	l									
A2	1,53	0,88	0,45	0,95	0,03	0,04	0,01	0,03	0,82	1,16	0,43	0,80
	bcd	defgh	fghi									
A3	3,28	1,68	0,82	1,93	0,06	0,07	0,03	0,05	2,07	2,45	1,67	2,06
	a	bc	efghi									
Rata-rata	1,85	1,10	0,47		0,04	0,04	0,02		1,08	1,39	0,84	
<b>Malabar</b>												
A1	0,38	1,12	0,41	0,64	0,01	0,03	0,02	0,02	0,28	0,81	0,75	0,61
	ghi	bcdef	ghi									
A2	1,44	1,04	0,40	0,96	0,04	0,04	0,02	0,03	0,91	1,16	0,78	0,95
	bcd	cdefgh	ghi									
A3	0,86	1,78	0,72	1,12	0,06	0,05	0,03	0,05	1,93	1,82	1,29	1,68
	a	b	fghi									
Rata-rata	0,89	1,31	0,51		0,04	0,04	0,02		1,04	1,26	0,94	
<b>Lokon</b>												
A1	0,31	0,57	0,13	0,34	0,01	0,03	0,01	0,02	0,20	0,62	0,38	0,40
	hi	fghi	l									
A2	0,51	0,80	0,70	0,67	0,01	0,03	0,01	0,02	0,37	0,89	0,52	0,59
	fghi	efghi	fghi									
A3	3,38	1,64	0,39	1,80	0,05	0,04	0,02	0,04	1,68	1,56	0,97	1,40
	a	bc	ghi									
Rata-rata	1,40	1,00	0,41		0,02	0,03	0,01		0,75	1,02	0,62	

Keterangan : \*) tidak nyata hasil analisis varian

1) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%, hasil uji berganda Duncan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

Pengaruh Intensitas radiasi surya tanpa naungan bagi varietas Malabar memberikan hasil terbaik terhadap jumlah biji polong isi serta efisiensi pemanfaatan air per pot, terutama terhadap berat kering polong isi, jumlah biji polong isi, berat biji polong isi dan berat kering 100 butir biji baik per pot.

Varietas Willis memberikan hasil terbaik terhadap berat kering akar panen pada intensitas radiasi surya tanpa naungan dengan ketersediaan air 2076 ml sebesar 0,41 g. Varietas Malabar menghasilkan berat kering 100 butir biji baik per pot tertinggi 9,88 g pada intensitas radiasi surya ternaungi 25% dengan ketersediaan air 1672 ml, dan tidak berbeda dengan ketersediaan air 1974 ml baik pada intensitas radiasi surya tanpa naungan (8,35 g) maupun ternaungi 25% (8,79 g), dan tidak berbeda dengan intensitas radiasi surya ternaungi 75% dengan ketersediaan air 2076 ml (7,81 g). Baik varietas Willis, Malabar, maupun Lokon tidak berbeda serapan P total per pot pada intensitas radiasi surya tanpa naungan dengan ketersediaan air 2076 ml masing-masing 3,28; 2,86; dan 3,38 mg. Varietas Willis lebih baik dalam menyerap P dan lebih efisien dalam memanfaatkan radiasi surya dan air daripada varietas Malabar dan Lokon.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1975. Soil Taxonomy. USDA. Agr. Handbook 436. U.S. Govt. Printing Office, Washington.
- Anonymous. 1983. Jenis dan Macam Tanah di Indonesia untuk Keperluan Survei dan Pemetaan Tanah Daerah Transmigrasi. Pusat Penelitian Tanah.
- Budianto, V.F.A., S. Solahuddin, J.S. Baharsjah, dan F. Rumawas. 1985. Pengaruh Tekanan Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai pada Grumusol Lombok Tengah. *Bul. Agr.* XVI (3) : hal. 17-30.
- Dudal, R. and M. Soeprahardjo. 1957. Soil Classification in Indonesia. *Cont. Gen. Agr. Res.* Sta. No. 148, Bogor.
- Egli, D.B. 1975. Rate Accumulation of Dry Weight in Seed of Soybeans and Its Relationship to Yield. *Can. J. Plant Sci.* 55:215-9.
- Foth, Henry D. 1988. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Diterjemahkan oleh : Endang Dwi Purbayanti, Dwi Retno Lukiwati dan Rahayuning Trimulatsih. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 780 hal.
- Hardjadi, S.S., M.M. 1979. Pengantar Agronomi. PT. Gramedia. Jakarta. 197 hal.
- Hardjowigeno, S. 1980. Klasifikasi, Sifat dan Ciri Tanah. Institut Pertanian Bogor. 56 hal.
- Hamowo, D., F. Muhadjir dan S. Solahuddin. 1991. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Hasil dan Mutu Fisiologis Benih Kedelai. (Akan diterbitkan dalam majalah "Keluarga Benih", IPB).

- Heddy S., 1987. Ekofisiologi Pertanaman; Suatu tinjauan aspek fisik lingkungan pertanaman. Sinar Baru. Bandung. 138 hal.
- Kirk, G.J.D., J.L. Solivas, and C.B.M. Begg. 1994. The Rice Root-Soil Interface in Rice Root: Nutrient and Water Use; selected papers from International Rice Research Conference. Edited by G.J.D. Kirk. IRRI. Loas Banos, Laguna, Philippines. 1-28 pp.
- Kung, P. 1971. Irrigation Agronomy in Monsoon Asia. FAO-AGPC Misc. Paper 2. 106p.
- Manurung, S.O. dan M. Ismunadji. 1988. Morfologi dan Fisiologi Padi. dalam Padi buku I. disunting oleh M. Ismunadji, Soetjipto Partohardjono, Mahyuddin Syam dan Adi Widjono. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. hal 55-102.
- Murata, Y. and S. Matsushima. 1978. Rice. In. L.T. Evans (ed). Crop Physiology. Cambridge University Press. Cambridge. p. 73-99.
- Nyakpa, Y., M., Lubis, M.A. Pulung, A.G. Amrah, A. Munawar, Go Ban Hong, dan N. Hakim, 1988. Kesuburan Tanah. Diterbitkan oleh Badan Penerbit Universitas Lampung. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 258 halaman.
- Shibbles, R.M. and C.R. Weber. 1966. Interception of Solar Radiation and Dry Matter Production ba Various Soybean Planting Patterns. Crop Sci. 6:55-9.
- Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, Mahyuddin Syam, S.O. Manurung dan Yuswadi. 1985. Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 508 hal.
- Yoshida, S. and F.T. Parao. 1976, Climate Influence on Yield and Yield Components of Lowland Rice in Tropics (Proceeding of The Symposium on Climate and Rice). The Int. Rice Res. Inst. Los Banos.
- Yoshida, T., 1976. Climate Influences on Growth and Nutrient Uptake of Rice Root with Special Reference The Growt Unit Theory (Proceeding of The Symposium on Climate and Rice). The Int. Rice Res. Inst. Los Banos.