

STUDI MORFO-ANATOMI DAN PERTUMBUHAN KEDELAI (*Glycine max* (L) Merr.) PADA KONDISI CEKAMAN INTENSITAS CAHAYA RENDAH

(Morpho-anatomical study and Growth of Soybean (*Glycine max* (L) Merr.) to Low Light Intensity Conditions)

Baiq Wida Anggraeni¹, Didy Sopandie², Nurul Khumaida²

¹⁾ Mahasiswa Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB

²⁾ Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB

Abstract

The main objective of this study was to identify growth and morpho-anatomy characters related to light capture efficiency. It used split plot design with subplot nested at the main plot. The main plot was light intensity consisted of two levels : N0 = control (under full sunlight), N1= 55% shading (light intensity 50%), while the subplot was soybean genotype consisted of G1=Ceneng, G2=CG 30-10, G3=CG 76-10, and G4= Godek. The Conditions of Low Light Intensity was made artificially using black plastic paranet with 50% light transmitted. The result of study indicated that under the conditions of low light intensity, morpho-anatomical study of soybean that could be used as markers for adaptation were specific leaf weight, thinner leaf, leaf hair density, and chlorophyll content. CG 76-10 genotype is tolerant genotypes has wider and thinner leaf, lower specific and trifoliolate leaf area, lower chlorophyll content (a and b), and also higher ratio chlorophyll a/b than control (light intensity 100%).

Key words: Low Light Intensity, tolerant genotype, sensitive genotype, soybean

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.) merupakan salah satu komoditas pangan utama setelah padi. Produksi kedelai di tahun 2008 sebesar 775.710 ton, sedangkan di tahun 2009 produksi meningkat sebesar 966.469 ton (Badan Pusat Statistik, 2009). Akan tetapi, dari 2.2 juta ton per tahun kebutuhan kedelai di Indonesia, baru 20-30 persennya berasal dari hasil produksi dalam negeri. Kurang lebih 70-80 persen dari kebutuhan kacang kedelai dalam negeri dipenuhi dari impor. Oleh karenanya, strategi pengembangannya diarahkan pada upaya pengendalian impor yang sekaligus diikuti dengan program promosi yang intensif dalam upaya pencapaian swasembada di tahun 2015. Isu inilah yang menjadi perjuangan utama Indonesia di forum perdagangan dunia WTO sampai saat ini (Sutaryo, 2009).

Sasaran pengembangan produksi kedelai perlu mempertimbangkan beberapa hal yaitu; kendala produksi yang minimal, peluang keberhasilan yang cukup tinggi, prasarana pendukung cukup baik dan ketersediaan SDM (petani) yang terampil. Perluasan area tanam yang merupakan bagian dari ekstensifikasi pertanian dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan lahan gawangan untuk tanaman perkebunan pada masa TBM (Tanaman Belum Menghasilkan) atau melalui tumpang-sari dengan tanaman pangan semusim di bawah tegakan tanaman perkebunan atau HTI (Hutan Tanaman Industri) (Dephut, 1992).

Kendala utama pengembangan tanaman kedelai sebagai tanaman sela pada lahan perkebunan adalah kurangnya daya adaptasi kedelai di bawah naungan (intensitas cahaya rendah). Pengembangan kedelai yang adaptif untuk pola tumpang-sari di bawah tegakan tanaman perkebunan telah dimulai oleh tim IPB (Sopandie *et al.*, 2005) melalui penelitian fisiologi dan pemuliaan tanaman yang didanai oleh hibah bersaing tahun 2002-2003 dan Hibah Pascasarjana tahun 2004-2006.

Dalam pengembangannya, kajian aspek agronomi mengenai karakter morfologi dan fisiologi kedelai yang ditanam pada intensitas cahaya rendah penting dilakukan. Oleh karena itu, penelitian tentang mekanisme fisiologi adaptasi tanaman terhadap intensitas cahaya 50% perlu dilakukan untuk menambah kajian-kajian pada berbagai penelitian sebelumnya. Sehingga kajian-kajian yang didapat akan bermanfaat dalam mendukung upaya pembentukan varietas unggul yang toleran terhadap naungan.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh Intensitas Cahaya Rendah (naungan 50 %) dan genotipe terhadap karakter agronomi, morfo-anatomi dan pertumbuhan tanaman kedelai.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Intensitas cahaya rendah berpengaruh terhadap karakter morfo-anatomi dan pertumbuhan tanaman kedelai.
2. Terdapat perbedaan pengaruh interaksi antara intensitas cahaya dan genotipe kedelai.
3. Terdapat perbedaan morfo-anatomi dan pertumbuhan yang berkaitan dengan mekanisme adaptasi kedelai pada kondisi intensitas cahaya rendah.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2006 sampai Februari 2007 bertempat di Kebun Percobaan Cikabayan IPB, Darmaga, Bogor dengan areal seluas 500 m² pada ketinggian 250 meter di atas permukaan laut (m dpl), Laboratorium Umum dan Laboratorium Ekofisiologi Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB.

Bahan dan Alat

Bahan tanaman yang digunakan meliputi empat genotipe, yang terdiri dari genotipe toleran (Ceneng) dan genotipe sensitive (Godek) serta genotipe CG 30-10 dan CG 76-10. Dosis pupuk yang diberikan adalah 30 kg N/ha, 100 kg K₂O/ha dan 100 kg P₂O₅/ha. Pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan menggunakan pestisida yang sesuai kebutuhan.

Bahan kimia yang digunakan meliputi aseton 80% untuk analisis klorofil, alcohol, xylool, alcian blue, safranin, formalin dan asam asetat untuk analisis tebal daun serta glyserin dan cat kuku bening untuk pengamatan stomata.

Peralatan yang digunakan meliputi alat ukur (meteran), timbangan, polybag, paranet 50 % dan alat budidaya. Peralatan lain yang digunakan meliputi Leaf Area Meter (AA M-9 HAYASHI DENKO.CO.LTD) untuk mengukur luas daun, Spektrofotometer (UV-1201, UV-VIS SHIM ADZU), gelas ukur, mortal, eppendorf, mikroskop, micrometer dan preparat untuk analisis tebal daun serta jumlah daun.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi (Split Plot Design) menggunakan tiga ulangan dengan anak petak tersarang pada petak utama digambarkan sesuai denah (Gambar Lampiran 1). Terdapat dua faktor, faktor pertama adalah tingkat naungan dan faktor kedua adalah empat genotipe kedelai yaitu Ceneng, CG 30-10, CG 76-10 dan Godek.

Model aditif linear yang digunakan adalah

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- i = 0,1 (intensitas cahaya)
j = 1,2,3 & 4 (genotipe kedelai)
k = 1,2 & 3 (ulangan)
 Y_{ijk} = nilai pengamatan pada ulangan ke-k yang memperoleh taraf dari faktor naungan ke-i dan taraf ke-j dari faktor genotipe kedelai
 μ = nilai rata-rata umum
 α_i = pengaruh aditif dari taraf naungan ke-i
 δ_{ik} = pengaruh ulangan ke-k dalam naungan ke-i
 β_j = pengaruh aditif dari taraf genotipe kedelai ke-j
 $(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh aditif dari interaksi faktor taraf ke-i dan faktor taraf ke-j
 ϵ_{ijk} = Galat percobaan
- Untuk mengetahui pengaruh nyata akibat naungan, genotipe kedelai dan interaksi antara keduanya, data dianalisa dengan uji F. Uji lanjut dilakukan bila pengaruh perlakuan tunggal atau interaksinya berpengaruh nyata terhadap peubah yang diukur dengan uji DMRT dengan taraf 5 %.

Pelaksanaan Percobaan

Pupuk kandang ditambahkan ke dalam tanah dengan dosis 20 ton/ha, kemudian tanah dimasukkan ke dalam polybag ukuran sedang. Pembuatan naungan dilakukan satu minggu sebelum penanaman. Rangka terbuat dari bambu dengan arah pemasangan dari timur ke barat untuk mendapatkan sinar matahari yang maksimum. Naungan dibuat dengan menggunakan paranet 55 %. Benih kedelai ditanam dalam polybag dengan tiga benih per lubang tanam, jarak antar polybag 30 cm x 30 cm. Pemupukan dilakukan pada 2 MST mengelilingi tanaman dengan jarak 7-9 cm.

Pengendalian gulma dilakukan dengan cara kimiawi dan manual. Sebelum dilakukan penanaman untuk membersihkan media tanam dari gulma dilakukan penyemprotan gramoxon dengan dosis 0.5 cc/liter kemudian dilakukan pengendalian gulma secara manual tiap minggu sekali.

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara kimiawi yaitu penyemprotan Dursban dengan dosis 2 cc/liter dan Decis dengan dosis 0.5 cc/liter. Penyiraman dilakukan sesuai kondisi lapang, jika tidak hujan maka dilakukan penyiraman satu kali sehari.

Pemanenan dilakukan saat 90 % dari populasi polong per tanaman contoh sudah matang, yang dicirikan dengan warna polong kuning kecoklatan dan daun gugur. Waktu panen berbeda-beda, tergantung pada genotipe masing-masing dan intensitas cahaya yang diterima.

Pengamatan

Peubah yang diamati pada penelitian ini meliputi:

Pertumbuhan Tanaman

Tinggi tanaman, jumlah daun trifoliolate, jumlah buku dilakukan seminggu sekali mulai 3-10 MST. Tinggi tanaman diukur dari kotiledon sampai titik tumbuh yang terletak di ujung batang. Jumlah daun dihitung mulai daun trifoliat pertama sampai daun yang sudah terbuka penuh. Jumlah buku dihitung mulai buku (node) yang berada pada ujung tajuk hingga akhir mendekati akar.

Karakter Morfo-Anatomi

Tebal daun dilakukan satu kali pada 9 MST. Daun yang diamati merupakan daun trifoliat ketiga dari pucuk dengan pembuatan preparat parafin. Luas daun spesifik diukur sekali pada saat vegetatif aktif (6 MST).

Kerapatan stomata dan kerapatan trikoma dilakukan sesuai prosedur pengukuran kerapatan stomata pada 6 dan 9 MST. Daun yang diamati merupakan daun trifoliat ketiga dari pucuk batang utama.

Karakter fisiologi (kandungan klorofil a dan b serta rasio klorofil a/b) yang diamati dilakukan dua kali pada 6 dan 9 MST, daun yang diamati adalah daun tengah (Gambar 3) dari daun trifoliat ketiga dari pucuk batang utama. Sampel daun diekstrak dengan menggunakan *Dimethyl sulfoxide* (DMSO) dan dikuantifikasi menggunakan metode Arnon (1949)

Karakter Panen

Pengamatan karakter panen dilakukan hanya pada tiga genotipe yaitu Ceneng, CG 76-10 dan CG 30-10. Hal ini disebabkan pada saat satu hingga tiga MST jumlah tanaman genotipe Godek tidak memenuhi ketentuan pada penelitian ini. Genotipe godek mengalami gangguan pertumbuhan karena terserang hama dan penyakit sehingga penanaman kembali dilakukan satu bulan setelah penanaman genotipe lainnya. Hilangnya data panen pada genotipe Godek diakibatkan terjadi musibah disaat pemanenan, juga menjadi penyebab pengamatan karakter panen dilakukan hanya pada tiga genotipe.

Perhitungan jumlah polong isi, jumlah polong hampa, jumlah polong total, bobot 100 butir (gram), bobot kering tajuk (gram), bobot kering akar (gram), indeks panen (IP) dilakukan satu kali, yaitu saat panen pada tiga genotipe ; Ceneng, CG 30-10 dan CG 76-10.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Tanaman

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni sampai Oktober 2007, dengan curah hujan rata-rata 219.48 mm/bulan, sedangkan curah hujan paling optimum menurut Rukmana dan Yuniarsih (1996) yaitu antara 100 - 200 mm/bulan. Curah hujan tertinggi terdapat pada bulan Juni 2007 ketika benih baru ditanam. Curah hujan terendah terdapat pada bulan Juli 2007 ketika tanaman kedelai sedang berbunga. Jumlah total hari hujan selama penelitian adalah 78 hari hujan.

Berdasarkan data dari stasiun klimatologi, intensitas cahaya rata-rata selama penelitian sebesar 294.88 kal/cm²/hari, sedangkan menurut Baharsjah *et al.* (1985) intensitas cahaya optimum untuk fotosintesis pada kedelai antara 432 - 1152 kal/cm²/hari. Suhu minimum rata-rata selama penelitian adalah 21.86 °C dan suhu maksimum rata-rata selama penelitian sekitar 32.06 °C. Suhu optimum pada masa perkecambahan yaitu 30 °C, sedangkan suhu lingkungan optimal untuk pembentukan bunga yaitu 24-25 °C (Adisarwanto. T, 2005) Shanmugasundaram dan Sumarno (1993) menyatakan bahwa suhu yang paling cocok bagi tanaman kedelai 10-30 °C.

Hama dan penyakit yang ditemui selama penelitian berlangsung yaitu ulat bibit, belalang (*Oxya sinensis*), ulat grayak (*Spodoptera litura*), ulat perangkai daun (*Lamprosema indica*), kepik hijau (*Nezara viridula*), kutu daun (*Aphis glycine*), penghisap polong (*Riptortus linearis*), penyakit karat dan sapu setan. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada tanggal 23 Juni 2007, 10 Juli 2007 dan 16 September 2007 dengan penyemprotan Dursban dan Decis dengan berturut-turut dosis yang digunakan 2 cc/liter Dursban dan 0.5 cc/liter Decis.

Hama dan penyakit lebih banyak dijumpai pada tanaman kontrol dibandingkan dengan tanaman naungan. Gulma yang ditemui di lapang adalah *Boreria laevis*, *Axonopus compressus*, *Ageratum conyzoides*, *Cleome rutidospermae*, *Mimosa pudica*, serta *Phyllanthus niruri*. Pengendalian gulma dilakukan secara manual seminggu sekali.

Tanaman yang dinaungi memiliki kondisi fisik; batang lebih tinggi, kurus dan kecil dibandingkan dengan tanaman kontrol. Pengajiran dilakukan pada saat tanaman berumur 4 MST (Minggu Setelah Tanam). Hal ini dikarenakan tanaman yang ditanam di dalam paranet 55% berkembang kurang baik dan kurang kokoh sehingga batang dapat rebah saat angin bertiup.

Secara umum, tanaman kedelai yang ditumbuhkan di bawah paranet menunjukkan gejala etiolasi, hal ini terlihat dari panjang internode selama masa pertumbuhan. Selain itu daun kedelai di bawah naungan memiliki ketebalan daun lebih tipis dan luas daun yang lebih lebar dibandingkan tanaman kontrol.

Dari data yang diperoleh dalam penelitian, secara keseluruhan data analisis sidik ragam dapat ditampilkan dalam Tabel 1.

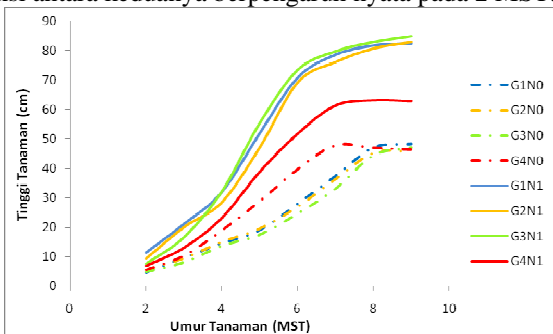
Tabel 1. Rekapitulasi Sidik Ragam Pengaruh Intensitas cahaya, Genotipe dan Interaksi keduanya terhadap Pertumbuhan dan Morfo-Anatomi Tanaman kedelai.

Peubah	Umur (MST)	Naungan (N)	Genotipe (G)	N x G	KK
Tinggi Tanaman	2	**	tn	*	21.19
	3	**	tn	tn	22.97
	4	**	tn	tn	23.51
	5	**	tn	tn	25.91
	6	**	tn	tn	24.97
	7	**	tn	tn	19.83
	8	**	tn	tn	18.69
	9	**	tn	tn	19.62
	Jumlah Daun Trifoliat	2	*	tn	*
3		tn	*	tn	15.71
4		tn	*	tn	20.01
5		tn	*	tn	25.38
6		tn	*	tn	30.24
7		tn	**	tn	22.47
8		tn	*	tn	25.85
9		*	**	*	18.76
Jumlah Buku		2	*	tn	tn
	3	*	*	*	15.23
	4	*	**	tn	18.85
	5	tn	*	tn	26.69
	6	tn	*	tn	31.97
	7	tn	**	*	18.00
	8	tn	*	tn	24.89
	9	*	*	tn	19.57
	Luas Daun Spesifik	6	tn	*	*
Tebal Daun	9	**	**	**	4.49
Kerapatan Stomata	6	**	**	*	5.27
	9	**	**	*	10.51
Kerapatan Trikoma	6	**	*	tn	4.64
	9	**	**	*	4.80

Keterangan :
 tn = tidak nyata
 * = nyata pada taraf 5%
 ** = sangat nyata pada taraf 1%
 KK = Koefisien Keragaman (%)

A. Pertumbuhan empat genotipe kedelai (Ceneng, CG 30-10, CG 76-10, Godek)

Berdasarkan rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman pada 2 sampai 9 MST, genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada 2 sampai 9 MST, sedangkan interaksi antara keduanya berpengaruh nyata pada 2 MST.



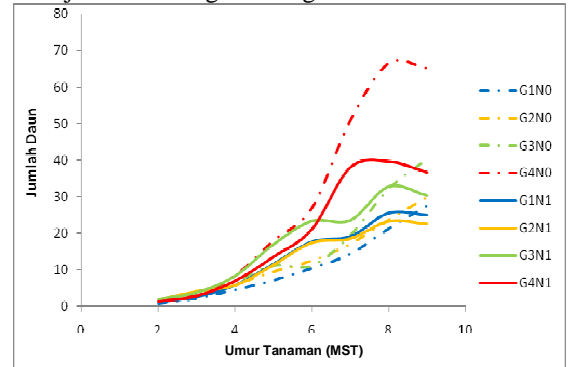
Gambar 1. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Empat Genotipe Kedelai pada Kondisi Kontrol (0) dan Naungan 50 % (1) selama Percobaan
 G1: Ceneng, G2 : CG 30-10, G3 : CG 76-10, G4 : Godek

Tanaman yang mengalami cekaman intensitas cahaya rendah akan meningkatkan tinggi tanaman untuk meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya. Tanaman yang ditumbuhkan di bawah naungan paranet 55% lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol (cahaya 100%) untuk semua genotipe. Perubahan tinggi terbesar terlihat pada umur tanaman 4 hingga 6

MST. Sedangkan di umur 8 MST pertumbuhan tanaman kontrol dan genotipe Godek yang ternaungi sudah mulai terhenti, namun pada tanaman lain yang dinaungi masih mengalami penambahan tinggi (Gambar 1).

Berdasarkan rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata pada 2 MST dan berpengaruh nyata pada 9 MST, genotipe berpengaruh sangat nyata pada 7 dan 9 MST serta berpengaruh nyata pada 2-6 dan 8 MST, sedangkan interaksi antara keduanya berpengaruh nyata pada 9 MST terhadap jumlah daun trifoliet.

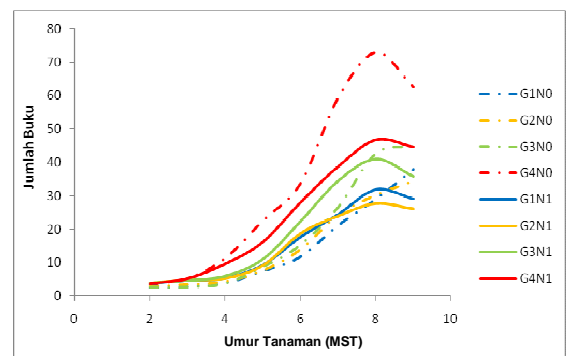
Jumlah daun genotipe Ceneng, CG 30-10 dan CG 76-10 tanaman ternaungi lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman kontrol. Pertambahan jumlah buku berbanding lurus dengan pertambahan jumlah daun. Perlakuan naungan dapat menyebabkan penurunan jumlah buku akibat adanya penghindaran terhadap cekaman intensitas cahaya rendah. Luas daun pada tanaman yang ditumbuhkan dalam naungan terlihat lebih besar jika dibandingkan dengan tanaman kontrol.



Gambar 2. Pertambahan Jumlah Daun Empat Genotipe Kedelai pada Kondisi Kontrol (0) dan Naungan 50 % (1) selama Percobaan
 G1: Ceneng, G2 : CG 30-10, G3 : CG 76-10, G4 : Godek

Berdasarkan rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) dapat diketahui bahwa intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata pada 2, 3 dan 9 MST serta berpengaruh nyata pada 4 MST, genotipe berpengaruh sangat nyata pada 4, 8 dan 9 MST serta berpengaruh nyata pada 3, 5 dan 6 MST, sedangkan interaksi antara keduanya berpengaruh sangat nyata pada 7 MST serta berpengaruh nyata pada 3 MST terhadap jumlah buku tanaman kedelai.

Tanaman kedelai umur 3 MST yang ditanam pada intensitas cahaya 100 % rata-rata memiliki jumlah buku lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman pada intensitas cahaya 50%. Persentase kenaikan jumlah buku tersebut sebesar 38.34 % yaitu dari 3.51 buku pada tanaman kontrol menjadi 4.86 buku pada tanaman yang dinaungi. Sedangkan pada genotipe yang peka terhadap intensitas cahaya rendah (Godek) mengalami penurunan jumlah buku dari 5.33 buku pada tanaman kontrol menjadi 5.167 buku pada tanaman yang dinaungi paranet 55 % (Gambar 3).



Gambar 3. Rataan Jumlah Buku Empat Genotipe Kedelai pada Kondisi Kontrol (0) dan Naungan 50 % (1) selama Percobaan
 G1: Ceneng, G2 : CG 30-10, G3 : CG 76-10, G4 : Godek

Berdasarkan rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata pada 9 MST, genotipe berpengaruh sangat nyata pada 9 MST serta berpengaruh nyata pada 6 MST, sedangkan interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap luas daun spesifik pada 6 MST. Luas daun pada tanaman yang ditumbuhkan dalam naungan (intensitas cahaya 50%) terlihat lebih besar jika dibandingkan dengan tanaman kontrol (intensitas cahaya 100%).

Peningkatan luas daun spesifik pada perlakuan naungan merupakan respon terhadap cekaman intensitas cahaya rendah. Berdasarkan tabel 2 penurunan luas daun spesifik akibat intensitas cahaya 50% yang cukup besar terjadi pada genotipe CG 76-10 dari 328.99 cm²/gr menjadi 304.27 cm²/gr (7.514% kontrol). Sedangkan pada genotipe peka Godek terjadi peningkatan luas daun spesifik dari 313.58 cm²/gr menjadi 428.49 cm²/gr (36.65% kontrol). Hal ini berbeda dengan penelitian Muhuria (2007), peningkatan luas daun spesifik tertinggi terjadi pada genotipe toleran ceneng (161% kontrol), sedangkan genotipe godek hanya mencapai 132 % kontrol.

Tabel 2. Pengaruh Genotipe, Intensitas Cahaya dan Interaksinya terhadap Luas Daun Spesifik Tanaman Kedelai pada umur 6 MST.

Genotipe	Intensitas Cahaya		Rata-Rata
	100%	50%	
	----- (cm ² /gr)-----		
Ceneng	293.79bc	286.91c	290.35
CG 30-10 F8	366.68ab	343.57bc	355.13
CG 76-10 F8	328.99bc	304.27bc	316.63
Godeg	313.58bc	428.49a	371.04
Rata-Rata	325.76	340.81	

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom Intensitas Cahaya dan Rata-Rata serta baris Rata-Rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

B. Karakter Morfo-Anatomi empat genotipe kedelai (Ceneng, CG 30-10, CG 76-10, Godek)

Berdasarkan rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) intensitas cahaya, genotipe, dan interaksi antara keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap luas daun spesifik pada 9 MST.

Tabel 3. Pengaruh Genotipe, Intensitas Cahaya dan Interaksinya terhadap Tebal Daun Tanaman Kedelai pada Umur 9 MST.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
µm.....			µm
Ceneng	1.82a	1.14b	37.41	1.48
CG 30-10	1.80a	1.10b	39.00	1.45
CG 76-10	1.71a	0.97c	43.02	1.34
Godeg	1.11b	1.06bc	4.31	1.09
Rata-Rata	1.61	1.07		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom Intensitas Cahaya dan Rata-Rata serta baris Rata-Rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

Godeg memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam mengurangi ketebalan daun yakni mencapai 4.31 % kontrol, sedangkan CG 76-10 memiliki kemampuan tertinggi dalam mengurangi ketebalan daun yakni mencapai 43.02 % kontrol (Tabel 3).

Goldsworthy dan Fisher (1992) menyatakan bahwa penurunan tebal daun akan terjadi pada tanaman ternaungi. Permukaan daun tanaman kedelai yang ditumbuhkan di dalam naungan lebih licin dan tipis. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya bulu-bulu daun sehingga menurunkan jumlah cahaya yang harus direfleksikan, sedangkan menipisnya daun dilakukan untuk mengurangi jumlah cahaya yang harus ditransmisi.

Kerapatan stomata dipengaruhi sangat nyata oleh intensitas cahaya dan genotipe, sedangkan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata pada 6 dan 9 MST (Tabel 1). Kerapatan stomata tanaman yang dinaungi lebih rendah dan berbeda nyata dengan kontrol. Intensitas cahaya 50% menurunkan kerapatan stomata 79.11% kontrol yaitu dari 467.00 menjadi 365.69 stomata per mm². Penurunan kerapatan stomata masing-masing genotipe berbeda, hal ini terlihat dari persen kontrol pada tiap genotipe. Genotipe CG 30-10 mengalami penurunan kerapatan stomata paling tinggi (89.72 %) dan genotipe Ceneng mengalami penurunan kerapatan stomata terendah (75.11 %). Hal tersebut terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Genotipe, Intensitas Cahaya dan Interaksinya terhadap Kerapatan Stomata Empat Genotipe pada Umur 6 MST.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata - Rata
	100%	50%		
	- (Jumlah stomata/mm ²) -			
Ceneng	469.61	352.71	75.11	411.16h
CG 30-10	365.88	328.25	89.72	347.07h
CG 76-10	444.27	339.50	76.42	391.89h
Godeg	588.23	442.32	75.20	515.28g
Rata-Rata	467.00g	365.69h		

Menurut Sopandie *et al.* (2002) kondisi naungan paranet 50% menurunkan kerapatan stomata genotipe toleran dan peka. Kerapatan stomata yang lebih tinggi menunjukkan kapasitas difusi CO₂ yang lebih besar pada genotipe toleran. Menurut Taiz dan Zeiger (2002); semakin banyak dan lebar pembukaan stomata maka semakin tinggi pertukaran gas CO₂, demikian juga dengan konduktansi stomata. Konduktansi stomata merupakan kondisi kemudahan untuk pertukaran gas CO₂ dan tingkat fotosintesis.

Tabel 5. Pengaruh Genotipe, Intensitas Cahaya dan Interaksinya terhadap Kerapatan Trikoma Empat Genotipe pada Umur 9 MST.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
	-- (Jumlah trikoma/mm ²) --			
Ceneng	63.25	42.93	67.87	53.09b
CG 30-10	73.81	52.02	70.48	62.91ab
CG 76-10	80.13	69.25	86.42	74.69a
Godeg	83.81	52.94	63.16	68.37a
Rata-Rata	75.25g	54.28h		

Kerapatan trikoma berpengaruh sangat nyata oleh intensitas cahaya pada 9 MST, genotipe berpengaruh nyata pada 9 MST, sedangkan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata pada 6 dan 9 MST (Tabel 1). Berdasarkan Tabel 5 kerapatan trikoma tanaman yang dinaungi lebih rendah dan berbeda nyata dengan kontrol. Intensitas cahaya 50% menurunkan kerapatan trikoma 71.99% yaitu dari 75.25 menjadi 54.28 trikoma per mm². Penurunan kerapatan trikoma terendah terdapat pada genotipe Godek (63.16%), sedangkan penurunan kerapatan trikoma tertinggi terdapat pada genotipe CG 76-10 (86.42%).

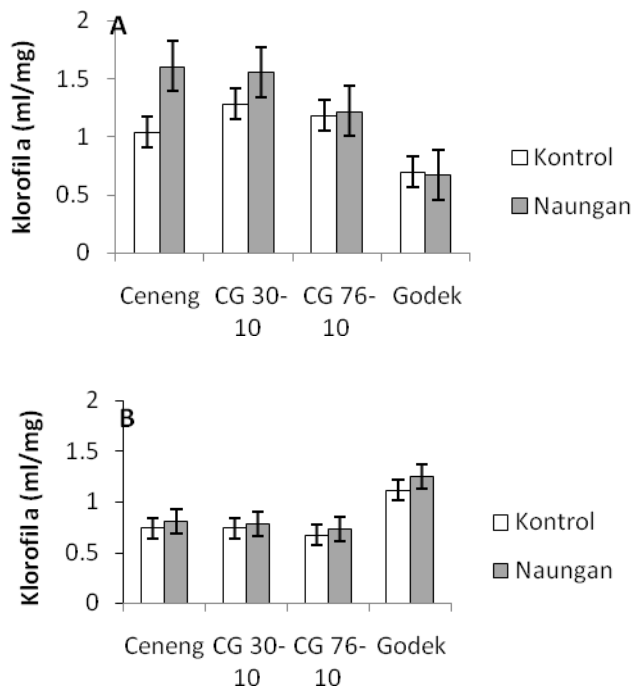
Orcutt (1987) menyatakan bahwa adanya trikoma akan meningkatkan jumlah cahaya yang direfleksikan. Menurut Taiz dan Zeiger (2002), daun tumbuhan semak gurun pasir dengan kandungan klorofil sama memiliki kemampuan yang sangat berbeda dalam mengabsorpsi cahaya oleh karena perbedaan jumlah trikoma; cahaya diserap oleh daun dengan trikoma yang banyak berkurang 40% dibanding daun tanpa atau sedikit trikomanya.

Karakter Fisiologi

Berdasarkan rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) intensitas cahaya berpengaruh nyata pada 6 MST, genotipe berpengaruh sangat nyata pada 6 MST dan berpengaruh nyata pada 9 MST, sedangkan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil a.

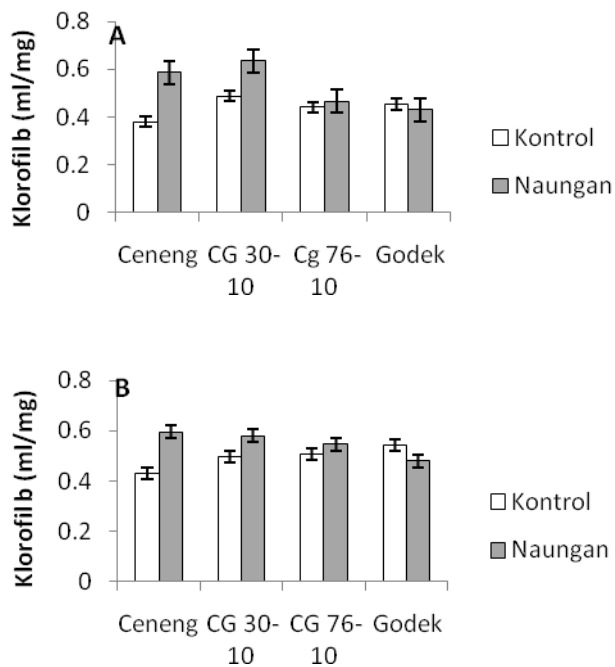
Pada kondisi naungan umur 6 MST (masa vegetatif) genotipe Ceneng mengalami peningkatan kandungan klorofil a paling tinggi (54.60%) dibandingkan genotipe lainnya, sedangkan pada genotipe Godek mengalami penurunan kandungan klorofil a (4.00%). Pada umur tanaman 9 MST hanya genotipe CG 76-10 yang mengalami penurunan kandungan klorofil a, sedangkan genotipe lainnya mengalami peningkatan kandungan klorofil a (Gambar 4).

Hal ini diduga karena genotipe Ceneng ; CG 30-10 dan CG 76-10 (hasil persilangan F8 antara genotipe Ceneng dan Godek) memiliki daya adaptasi yang berbeda dengan genotipe Godek. Genotipe Ceneng merupakan genotipe yang toleran terhadap intensitas cahaya rendah sehingga memiliki daya adaptasi lebih besar jika dibandingkan dengan genotipe Godek.



Gambar 4. Kandungan Klorofil a Empat Genotipe Kedelai pada Kondisi Kontrol dan Intensitas Cahaya 50 % selama Percobaan

Berdasarkan rekapitulasi sidik ragam (tabel 1) intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata pada 6 MST, genotipe berpengaruh nyata pada 6 MST dan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata pada peubah kandungan klorofil b pada umur 6 dan 9 MST. Kandungan klorofil b pada tanaman naungan lebih tinggi daripada tanaman kontrol. Kandungan klorofil b dalam naungan terlihat lebih tinggi 16.29% pada 6 MST dan 10.34% pada 9 MST dibandingkan dengan tanaman kontrol.



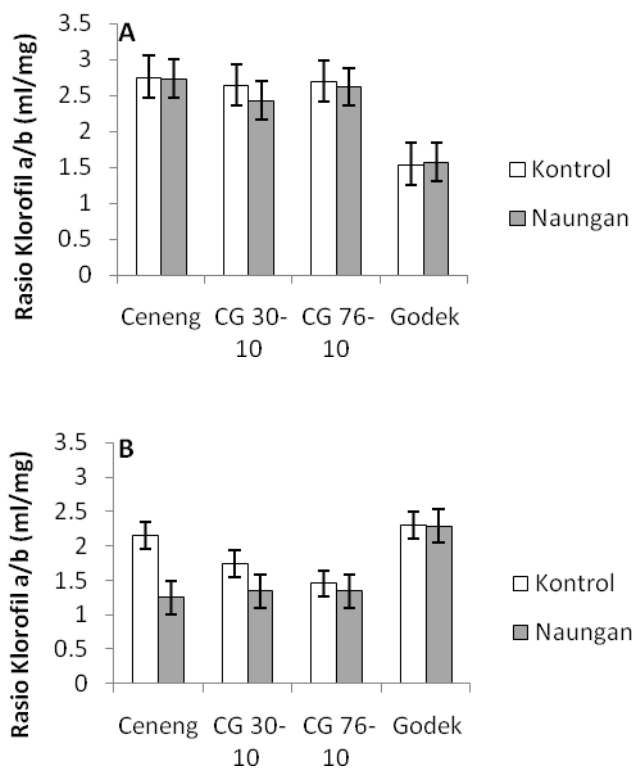
Gambar 5. Kandungan Klorofil b Empat Genotipe Kedelai pada Kondisi Kontrol dan Naungan 55 % selama Percobaan

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada umur 6 MST terjadi peningkatan kandungan klorofil b pada genotipe Ceneng, CG 30-10 dan CG 76-10. Peningkatan kandungan klorofil b terbesar (28.55%) terjadi pada genotipe CG 76-10. Sedangkan penurunan kandungan klorofil b (7.81%) terjadi pada genotipe CG 30-10. Pada umur tanaman 9 MST terjadi penurunan kandungan klorofil pada genotipe Ceneng dan CG 30-10, sedangkan genotipe CG 76-10 dan Godek mengalami peningkatan kandungan klorofil. Hal ini diduga karena

kebutuhan klorofil b pada masa generatif lebih besar dibandingkan pada masa vegetatif.

Berdasarkan bobot, daun yang ditumbuhkan di bawah naungan memiliki klorofil yang lebih tinggi, khususnya klorofil b, karena setiap kloroplas memiliki grana lebih banyak dibandingkan dengan daun tanpa naungan. Daun naungan menggunakan energi yang lebih besar untuk menghasilkan pigmen pemanen cahaya pada saat jumlah cahaya tersebut terbatas (Salisbury dan Ross, 1995) peningkatan klorofil b yang lebih banyak dari pada klorofil a merupakan upaya tanaman untuk mengefisienkan penangkapan jumlah cahaya dengan panjang gelombang yang lebih pendek untuk digunakan dalam proses fotosintesis. Klorofil b menyerap cahaya pada panjang gelombang 430, 455 dan 640 nm. Peningkatan kandungan klorofil b pada tanaman disebabkan oleh adanya proses konversi klorofil a menjadi klorofil b yang dikatalisatori oleh enzim CAO.

Rasio klorofil a/b tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya, dan interaksi antara keduanya, sedangkan genotipe mempengaruhi sangat nyata pada 6 MST (tabel 1). Gambar 6 menunjukkan bahwa intensitas cahaya rendah dapat mengakibatkan penurunan rasio klorofil terjadi pada semua genotipe pada umur 6 MST. Penurunan rasio klorofil tertinggi pada 6 MST (8.09% kontrol) terjadi pada genotipe CG 30-10, sedangkan pada genotipe godek terjadi peningkatan rasio klorofil (1.81% kontrol). Pada umur tanaman 9 MST genotipe ceneng yang mengalami penurunan rasio klorofil tertinggi (41.83% kontrol), sedangkan genotipe ceneng mengalami penurunan rasio klorofil terendah (0.26 % kontrol). Pada umumnya tanaman kedelai beradaptasi pada kondisi intensitas cahaya rendah dengan cara menurunkan rasio klorofil a/b.



Gambar 6. Rasio Klorofil a/b Empat Genotipe Kedelai pada Kondisi Kontrol dan Naungan 55 % selama Percobaan

Menurut Hale dan Orchutt (1987), tanaman ternaungi biasanya memiliki rasio klorofil a/b lebih rendah daripada tanaman yang terkena cahaya. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah kloroplas dan konsentrasi klorofil pada kloroplas tanaman ternaungi yang diikuti dengan penurunan pigmen lain yang mengganggu proses penyerapan cahaya.

Karakter Panen

Berdasarkan data karakter panen yang diperoleh, analisis ragam peubah karakter panen ditampilkan pada tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Sidik Ragam Pengaruh Intensitas cahaya, Genotipe dan Interaksi keduanya terhadap Karakter Panen.

Peubah	Naungan (N)	Genotipe (G)	N x G	KK
Jumlah Polong Isi	**	tn	tn	17.64 ^{a)}
Jml Polong Hampa	*	**	tn	6.30 ^{a)}
Jml Polong Total	**	**	*	24.77
Bobot 100 Butir	tn	**	*	10.98
Bobot Kering Tajuk	tn	**	tn	8.31 ^{a)}
Bobot Kering Akar	*	**	tn	1.39 ^{a)}
Indeks Panen	**	**	*	12.20

Keterangan :

tn = tidak nyata

* = nyata pada taraf 5%

** = sangat nyata pada taraf 1%

KK = Koefisien Keragaman (%)

a) = Hasil transformasi \sqrt{x}

Jumlah polong isi dipengaruhi sangat nyata oleh intensitas cahaya, tetapi tidak dipengaruhi oleh genotipe dan interaksi keduanya (Tabel 6). Jumlah polong isi pada cekaman naungan 55% turun sebesar 51.60 % yaitu dari 80.20 polong menjadi 38.82 polong. Penurunan jumlah polong isi berbeda pada tiap genotipenya. Penurunan yang terbesar jumlah polong isi akibat naungan sebesar 60.11% yaitu dari 71.83 polong menjadi 28.66 polong terdapat pada genotipe CG 30-10 dengan persen kontrol terkecil yaitu 39.89% (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh genotipe, intensitas cahaya dan interaksinya terhadap jumlah polong isi tiga genotipe kedelai.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
Ceneng	69.31ab	44.67bc	35.56	56.99jk
CG 30-10	71.83ab	28.66c	60.11	50.24k
CG 76-10	99.44a	43.13bc	56.63	71.29j
Rata-Rata	80.20g	38.82h		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom intensitas cahaya dan rata-rata serta baris rata-rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

Jumlah polong hampa dipengaruhi secara nyata oleh intensitas cahaya, tetapi tidak dipengaruhi oleh genotipe dan interaksi keduanya (Tabel 6). Jumlah polong hampa tiap tanaman menurun akibat cekaman intensitas cahaya rendah dari 3.68 menjadi 3.31 atau sekitar 10.11%. Penurunan jumlah polong hampa terbesar terjadi pada genotipe Ceneng yaitu dari 3.70 menjadi 3.04 atau sekitar 17.85% dengan persen kontrol sebesar 82.15. Penurunan jumlah polong hampa diduga pada kondisi ternaungi tanaman menggunakan cahaya dengan lebih efisien untuk proses pembentukan polong isi (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh genotipe, intensitas cahaya dan interaksinya terhadap jumlah polong hampa tiga genotipe kedelai.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
Ceneng	30.98a	10.94b	64.67	20.96g
CG 30-10	35.44a	20.84ab	41.19	24.47g
CG 76-10	25.63ab	23.31ab	9.06	28.14g
Rata-Rata	30.69j	18.37k		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom intensitas cahaya dan rata-rata serta baris rata-rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

Jumlah polong total sangat nyata dipengaruhi oleh intensitas cahaya, tetapi tidak dipengaruhi oleh genotipe dan interaksi keduanya (Tabel 6). Jumlah polong total merupakan penjumlahan polong isi dan polong hampa. Pada tanaman yang ditanam dengan intensitas cahaya 50% dan 100% memiliki

jumlah polong tidak berbeda nyata kecuali CG 76-10 yaitu 66.44 polong pada naungan dan 125.078 polong pada kontrol (Tabel 9).

Tabel 9. Pengaruh genotipe, intensitas cahaya dan interaksinya terhadap jumlah polong total tiga genotipe kedelai.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
Ceneng	100.29ab	55.61c	44.55	77.95j
CG 30-10	107.28ab	49.50c	53.86	78.39j
CG 76-10	125.08a	66.44cb	46.88	95.76j
Rata-Rata	110.88g	57.19h		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom intensitas cahaya dan rata-rata serta baris rata-rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa bobot 100 butir tidak dipengaruhi secara nyata oleh intensitas cahaya, sedangkan genotipe berpengaruh sangat nyata dan interaksi keduanya berpengaruh nyata. Genotipe ceneng mengalami peningkatan bobot 100 butir sebesar 20.57% kontrol, sedangkan genotipe CG 30-10 mengalami penurunan bobot 100 butir sebesar 9.78% kontrol. Hal ini menunjukkan genotipe Ceneng yang bersifat toleran memiliki daya adaptasi terhadap intensitas cahaya rendah lebih tinggi, sedangkan genotipe CG 30-10 memiliki daya adaptasi terendah dibandingkan genotipe lain (Tabel 10). Hal ini disebabkan sifat genetik pada masing-masing genotipe berbeda.

Tabel 10. Pengaruh genotipe, intensitas cahaya dan interaksinya terhadap bobot 100 butir tiga genotipe kedelai.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
Ceneng	8.80b	10.61a	-20.57	9.71j
CG 30-10	8.49b	7.66b	9.78	8.08k
CG 76-10	7.97b	7.50b	5.90	7.74k
Rata-Rata	8.42k	8.59j		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom intensitas cahaya dan rata-rata serta baris rata-rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

Berdasarkan hasil rekapitulasi sidik ragam (Tabel 6) terlihat bahwa intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata, sedangkan genotipe dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk. Penurunan bobot kering tajuk akibat intensitas cahaya rendah terbesar yaitu 9.81% yakni dari 8.49 gram menjadi 7.66 gram. Sedangkan pada genotipe Ceneng terjadi kenaikan bobot 100 butir dari 10.61 gram menjadi 8.80 gram (Tabel 11). Hal ini menunjukkan genotipe Ceneng yang bersifat toleran memiliki daya adaptasi terhadap intensitas cahaya rendah terbesar jika dibandingkan dengan genotipe lain.

Tabel 11. Pengaruh genotipe, intensitas cahaya dan interaksinya terhadap bobot kering tajuk tiga genotipe kedelai.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
Ceneng	23.74	20.80	12.37	22.27j
CG 30-10	26.63	16.49	38.07	21.56j
CG 76-10	28.12	16.87	39.98	22.49j
Rata-Rata	26.16g	18.06g		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom intensitas cahaya dan rata-rata serta baris rata-rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

Berdasarkan tabel 6, intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata, sedangkan genotipe dan interaksi keduanya tidak berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering akar pada ketiga genotipe kedelai. Semua genotipe mengalami penurunan bobot kering akar akibat intensitas cahaya rendah. Pemberian naungan pada tanaman kedelai menyebabkan penurunan bobot kering akar terbesar (37.64% kontrol) pada genotipe ceneng, sedangkan penurunan bobot kering akar terkecil (20.16% kontrol) (Tabel 12). Hal ini diduga karena tanaman yang ditanam pada kondisi intensitas cahaya rendah akan memanfaatkan cahaya yang diserap untuk pertumbuhan tajuk.

Tabel 12. Pengaruh genotipe, intensitas cahaya dan interaksinya terhadap bobot kering akar tiga genotipe kedelai.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
Ceneng	2.33a	1.45a	37.63	1.89g
CG 30-10	2.34a	1.58a	32.74	1.96g
CG 76-10	2.42a	1.93a	20.16	2.17g
Rata-Rata	2.36h	1.65h		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom intensitas cahaya dan rata-rata serta baris rata-rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa indeks panen sangat nyata dipengaruhi oleh intensitas cahaya, tetapi tidak dipengaruhi secara nyata oleh genotipe dan interaksi keduanya. Indeks panen tertinggi dalam kondisi naungan terdapat pada genotipe Ceneng (0.26) dan indeks panen paling rendah dalam naungan yaitu CG 76-10 (0.24). Hal ini menunjukkan genotipe Ceneng merupakan genotipe yang toleran terhadap cekaman intensitas cahaya rendah dibandingkan genotipe lain.

Tabel 13. Pengaruh genotipe, intensitas cahaya dan interaksinya terhadap indeks panen tiga genotipe kedelai.

Genotipe	Intensitas Cahaya		% Kontrol	Rata-Rata
	100%	50%		
Ceneng	0.44a	0.26b	59.34	0.35j
CG 30-10	0.45a	0.26b	57.46	0.35j
CG 76-10	0.46a	0.24b	51.15	0.35j
Rata-Rata	0.45j	0.25k		

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom intensitas cahaya dan rata-rata serta baris rata-rata tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kondisi cekaman intensitas cahaya rendah mempengaruhi pertumbuhan dan karakter morfo-anatomi tanaman kedelai. Intensitas cahaya 50 % meningkatkan tinggi tanaman, luas daun spesifik, klorofil a dan klorofil b pada 6 dan 9 MST, bobot 100 butir. Akan tetapi, menurunkan jumlah daun, jumlah buku, tebal daun, rasio klorofil, kerapatan stomata, kerapatan trikoma, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, jumlah polong total, bobot kering tajuk, bobot kering akar, serta indeks panen.
2. Genotipe Godek merupakan genotipe yang sangat peka terhadap kondisi cekaman intensitas cahaya rendah di masa pertumbuhan melalui penurunan jumlah daun dan buku yang lebih tinggi dibandingkan genotipe lain, peningkatan luas daun spesifik yang lebih tinggi dibandingkan genotipe lain, penurunan tebal daun paling rendah, tingkat penurunan kandungan klorofil a dan b lebih tinggi dari genotipe lain, tingkat penurunan kerapatan stomata dan trikoma yang lebih tinggi dibandingkan genotipe lain.
3. Dalam karakter panen, genotipe ceneng merupakan genotipe yang paling toleran terhadap intensitas cahaya rendah dibandingkan genotipe CG 30-10 dan CG 76-10. Hal ini terlihat dari penurunan jumlah polong isi, bobot kering tajuk dan indeks panen yang lebih rendah, tingkat peningkatan bobot 100 butir yang lebih tinggi.

Saran

Penelitian sebaiknya dilakukan dalam rumah kaca sehingga factor lingkungan seperti iklim serta hama dan penyakit dapat lebih dikendalikan. Diperlukan sampel dan genotipe yang lebih banyak untuk mendapatkan data yang lebih akurat pada analisis tebal daun, kerapatan stomata, kerapatan trikoma dan kandungan klorofil.

Badan Pusat Statistik. 2009. [http:// www.kompas.com /Nusantara. htm](http://www.kompas.com/Nusantara.htm). Diakses tanggal 1 November 2009

Goldsworthy, P. R. and N. M. Fisher.1992. Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik. Terjemahan Tohari. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 874 hal.

Hale, M. G. And D. Orchutt. 1987. The Physiology of Plants Under Stress. John Willey Sons, New York. 206 p.

Lawlor,D.W. 1987. Photosynthesis: Metabolism, control and physiology. John Wiley Sons. New York.262p.

Muhuria. 2007. Karakter Morfo-Fisiologi Daun, Penciri Adaptasi Kedelai terhadap Intensitas Cahaya Rendah. Buletin Agronomi (35) 96-102.

Orcutt, J C; Kinyoun J L. 1987. **Radiation Retinopathy**. University of Washington School of Medicine Seattle.

Rukmana, R dan Y. Yuniarsih. 1996. Kedelai. Budi Daya dan Pasca Panen. Penerbit Kanisius.Yogyakarta. 92 hal.

Salisbury, F.B. dan C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 3 edisi ke-4. (Terjemahan Bahasa Inggris). ITB. Bandung. 343 hal.

Sopandie, D., Trikoesoemaningtyas, E .Sulistyono, dan N .Heryani. 2002. Pengembangan Kedelai sebagai Tanaman Sela : Fisiologi dan Pemuliaan untuk Toleransi terhadap Naungan. Laporan Penelitian Hibah Bersaing X. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sopandie, D., Trikoesoemaningtyas dan Khumaida, N. 2005. Fisiologi, Genetik dan Molekular Adaptasi Kedelai terhadap Intensitas Cahaya Rendah : Pengembangan Varietas Unggul Kedelai sebagai Tanaman Sela. Usulan Penelitian Hibah Penelitian Tim Pascasarjana-HPTP (Hibah Pasca). Fakultas Pertanian. IPB.

Sutaryo,2009. <http://m.detik.com>

Taiz, L.and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. Benjamin Cumming. Redwood.

