

Anatomi Daun Kacang Hijau Genotipe Toleran dan Sensitif Naungan

Leaf Anatomy of Tolerant and Sensitive Mungbean Genotypes to Shading

Titik Sundari^{1*}, Soemartono², Tohari² dan W. Mangoendidjojo²

Diterima 3 April 2008/Disetujui 3 September 2008

ABSTRACT

The research to study the leaf anatomy of tolerant and sensitive mungbean genotypes to shading was conducted at Research Station of the Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute (ILETRI) from September to December 2004. Nine tolerant genotypes to shading including MMC 87 D-KP-2, MLG 369, MLG 310, MLG 424, MLG 336, MLG 428, MLG 237, MLG 429 and VC2768B and three sensitive genotypes including Nuri, MLG 460 and MLG 330 were tested in two shading levels, i.e., 0% (control) and 52% using randomized complete block design with three replications. The results showed that the leaves of tolerant genotypes have fewer trichomes, thicker leaves, thinner epidermis cells, longer palisade tissues and greater number of stomata than those of sensitive genotypes when planted under shading condition.

Key words: Mungbean, leaf anatomy, tolerant, sensitive, shading

PENDAHULUAN

Daun merupakan salah satu organ penentu tingkat produksi tanaman, karena perannya sebagai penyerap dan pengubah energi cahaya pada proses fotosintesis. Terganggunya proses penangkapan cahaya matahari akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman (Gardner *et al.*, 1991).

Menurut Levitt (1980), terdapat dua mekanisme yang dapat menggambarkan toleransi tanaman terhadap suatu cekaman, yaitu: penghindaran dan toleransi. Mekanisme adaptasi terhadap kekurangan cahaya dapat dicapai melalui peningkatan efisiensi penangkapan cahaya, berupa (1) peningkatan penangkapan cahaya secara total melalui peningkatan luas daun, peningkatan proporsi luas daun per unit jaringan tanaman. Efisiensi maksimum dapat dicapai melalui peningkatan luas daun dan pengurangan penggunaan energi. Oleh karena itu, daun-daun yang ternaungi tipis dan kadar bahan keringnya rendah, hasil fotosintesis per unit bahan kering maksimum, (2) peningkatan persentase cahaya terserap untuk proses fotosintesis, melalui pengurangan proporsi cahaya yang dipantulkan dan ditransmisikan. Mekanisme tersebut digambarkan oleh peningkatan kandungan kloroplas dan pigmen-pigmen yang ada di dalamnya serta susunan grana, terhambatnya perkembangan kutikula, lapisan lilin, dan bulu daun (Levitt, 1980). Menurut Salisbury dan Ross (1991), tanaman dikotil yang berkembang di bawah naungan

mempunyai ukuran daun yang lebih tipis dibandingkan dengan daun yang berkembang pada kondisi tanpa naungan. Hal tersebut dikarenakan berkurangnya distribusi fotosintat ke masing-masing sel, sehingga sel penyusun helaian daun mengalami pengurangan ketebalan daun (Maghfiroh, 2006).

Penelitian bertujuan mengetahui tingkat perubahan karakter anatomi daun genotipe kacang hijau toleran dan sensitif naungan.

BAHAN DAN METODE

Sembilan genotipe kacang hijau toleran naungan (MMC 87 D-KP-2, MLG 369, MLG 310, MLG 424, MLG 336, MLG 428, MLG 237, MLG 429 dan VC2768B) dan tiga genotipe sensitif naungan (Nuri, MLG 460 dan MLG 330), diuji di dua kondisi, yaitu tanpa naungan sebagai kontrol dan naungan 52%. Perlakuan dilaksanakan di Kebun Percobaan Kendalpayak, Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang pada jenis tanah Entisol, dengan ketinggian 450 m di atas permukaan laut dan tipe iklim C3 menurut Oldeman. Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2004.

Perlakuan naungan mulai diberlakukan pada saat tanam hingga panen, dengan menggunakan 2 lapis paranet hitam (naungan 25-30%) yang dipasang pada

¹ Peneliti Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jl. Raya Kendalpayak KM-8, PO.Box 66 Malang, 65101 Tlp/Fax 0341-801468/801496 (* Penulis untuk korespondensi)

² Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta

ketinggian naungan 1.8 m di atas permukaan tanah. Setiap genotipe ditanam pada plot berukuran 3 m x 6 m, dengan jarak tanam 0.40 m x 0.15 m, 5 biji per lubang tanam. Pemupukan diberikan pada saat tanam dengan dosis 50 kg Urea + 50 kg KCl + 100 kg SP36/ha. Sepuluh hari setelah tanam dilakukan penjarangan dengan menyisakan dua tanaman per lubang tanam. Penyiangian dilakukan bersamaan dengan penjarangan dan pada 4 minggu setelah tanam (MST). Pengendalian terhadap hama dan penyakit dilakukan dengan interval 7 hari sekali. Pengairan dilakukan pada saat tanam dan pembentukan polong dengan cara dileb hingga mencapai kapasitas lapangan.

Rancangan percobaan yang digunakan pada setiap lingkungan adalah rancangan acak kelompok lengkap satu faktor, diulang tiga kali. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara gabungan dari dua lingkungan naungan. Pemisahan nilai tengah efek perlakuan dilakukan dengan Uji Duncan pada taraf $\alpha \leq$

5% (Steel dan Torrie, 1981). Pemisahan nilai tengah efek perlakuan antar kelompok genotipe toleran (9 genotipe) dan genotipe sensitif (3 genotipe) dilakukan dengan menggunakan Uji Ortogonal Kontras.

Pengamatan terhadap karakter anatomi daun dilakukan pada 4 MST, dengan mengambil contoh trifoliolate daun ketiga dari atas. Karakter yang diamati meliputi: jumlah bulu di permukaan daun, jumlah stomata di bawah permukaan daun, lebar bukaan stomata, tebal daun (μm), tebal sel epidermis (μm) dan tebal jaringan palisade (μm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan jumlah bulu, jumlah stomata, lebar bukaan stomata, tebal daun, tebal sel epidermis dan tebal jaringan palisade disebabkan oleh interaksi antara genotipe dengan naungan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuadrat tengah beberapa karakter anatomi daun kacang hijau pada dua tingkat naungan

Karakter	Kuadrat tengah				
	Naungan	Ulangan/N aungan	Genotipe	Interaksi naungan x genotipe	Galat
Jml bulu daun per satuan luas daun	80.2**	0.6	20.8**	3.2**	0.5
Jml stomata per satuan luas daun	1605.6*	14.0	42.6 ^{tn}	68.4**	24.4
Lebar bukaan stomata	26.4 ^{tn}	1.9	4.4 ^{tn}	4.0*	1.6
Tebal daun	283.1*	0.6	43.2*	19.4**	0.9
Tebal sel epidermis	1.7 ^{tn}	0.1	0.2 ^{tn}	0.2**	0.1
Panjang jaringan palisade	93.8*	3.1	20.1**	6.4**	1.3

Keterangan: * dan ** menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji beda nyata 5% dan 1%
tn : menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji beda nyata 5%

Jumlah bulu daun masing-masing genotipe kacang hijau berbeda di dua tingkat naungan. Perbedaan respon ini ditunjukkan dengan adanya interaksi antara naungan dengan genotipe (Tabel 1). Jumlah bulu daun pada perlakuan tanpa naungan nyata lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan naungan 52%. Perlakuan naungan 52%, menyebabkan perbedaan jumlah bulu daun pada delapan genotipe (MMC 87-D-KP-2, MLG 369, MLG 310, MLG 424, VC 2768B, MLG 428, MLG 460 dan MLG 330) secara nyata, tetapi tidak pada empat genotipe yang lain (MLG 336, MLG 237, MLG 429 dan Nuri). Diantara empat genotipe yang jumlah bulu daunnya tidak menunjukkan perbedaan tersebut, terdapat satu genotipe yang jumlah bulu daunnya tetap, yaitu MLG 429 dengan rata-rata jumlah bulu daun tetap 41.3 bulu. Adanya naungan tidak berdampak pada pengurangan jumlah bulu daun genotipe MLG 429. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe MLG 429 merupakan genotipe yang adaptif terhadap naungan.

Berdasarkan uji ortogonal kontras, diketahui bahwa respon kelompok genotipe toleran naungan

berbeda dengan kelompok genotipe sensitif naungan (Tabel 2). Perlakuan naungan 52% menyebabkan tingkat pengurangan jumlah bulu daun kelompok genotipe toleran naungan (20.0%) lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok genotipe sensitif naungan (16.7%). Bulu daun merupakan organ yang mampu memantulkan cahaya. Dengan demikian, semakin sedikit jumlah bulu daun yang ada dipermukaan daun maka peluang untuk memantulkan cahaya menjadi kecil, sehingga cahaya dapat langsung diterima oleh daun. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Bjorkman dan Adam (1994) dalam Xu dan Shen, 1999) yang menyatakan bahwa bulu daun berperan sebagai reflektan, sehingga daun dengan banyak bulu di permukaan atas daun, mempunyai kemampuan memantulkan cahaya lebih besar. Menurut Levitt, (1980) pengurangan jumlah bulu daun merupakan salah satu mekanisme yang dikembangkan tanaman untuk menghindari cekaman kekurangan cahaya. Berdasarkan uraian tersebut, dapat dinyatakan bahwa genotipe kacang hijau toleran naungan mampu

menghindari cekaman kekurangan cahaya dengan meningkatkan penyerapan cahaya oleh daun melalui

pengurangan jumlah bulu daun yang mampu memantulkan cahaya.

Tabel 2. Uji kontras karakter anatomi daun antar kelompok genotipe kacang hijau, pada tingkat naungan 0% dan 52%

Karakter Kuantitatif	Tingkat Naungan				Perubahan (%)	
	0%		52%		Toleran	Sensitif
	Toleran	Sensitif	Toleran	Sensitif		
Jumlah bulu daun/cm ²	40 b	48 a	32 b	40 a	-20.0	-16.7
Jumlah stomata/cm ²	188 a	204 a	160 a	140 b	-14.9	-31.4
Lebar bukaan stomata (µm)	5.35 a	4.84 a	6.38 a	6.60 a	19.2	36.4
Tebal daun (µm)	19.65 a	19.01 a	16.08 a	13.84 b	-18.2	-27.2
Tebal sel epidermis(µm)	1.53 a	1.23 b	1.12 b	1.23 a	-26.8	0
Pjg jaringan palisade daun (µm)	10.87 a	10.34 a	8.85 a	7.26 b	-18.6	-29.8

Keterangan: Angka diikuti huruf sama dalam baris sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji kontras t 5%

Jumlah stomata per satuan luas daun masing-masing genotipe kacang hijau menunjukkan perbedaan di dua tingkat naungan (Tabel 3). Jumlah stomata pada perlakuan tanpa naungan nyata lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan naungan 52%. Perlakuan naungan 52%, menyebabkan perbedaan jumlah stomata per satuan luas daun pada genotipe MMC 87 D-KP-2, MLG 310, MLG 460 dan MLG 330 secara nyata, namun tidak pada genotipe MLG 369, MLG 424, MLG 336, VC 2768B, MLG 428, MLG 237, MLG 429 dan Nuri. Pada penelitian ini jumlah stomata genotipe VC 2768B tetap, yaitu 164.0 stomata/cm² luas daun. Hasil penelitian

Morais *et al.* (2004), menunjukkan bahwa jumlah stomata daun pada perlakuan tanpa naungan lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan naungan. Hasil ini juga sejalan dengan pernyataan Bolhar-Nordenkampf *et al.* (1993), bahwa tanaman di bawah naungan memiliki sedikit stomata. Pada beberapa tanaman seperti kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*), ubijalar (*Ipomoea batatas*), gembili (*Dioscorea esculenta*), dan ubikayu (*Manihot esculenta*), naungan mengakibatkan pengurangan kepadatan stomata (Onwueme dan Johnston, 2000).

Tabel 3. Jumlah bulu dan jumlah stomata per satuan luas daun, serta lebar bukaan stomata (µm) dua belas genotipe kacang hijau pada dua tingkat naungan (%)

Genotip	Jumlah bulu per cm ²		Jumlah stomata/cm ²		Lebar bukaan stomata (µm)	
	0%	52%	0%	52%	0%	52%
MMC 87 D-KP-2	38.7 def	29.3 ij	212.0 ab	144.0 efg	18.5 cd	31.7 a
MLG 369	34.7 fgh	28.0 jk	156.0 fgh	144.0 efg	26.4 abc	29.0 ab
MLG 310	48.0 b	28.0 jk	216.0 b	164.0 cdefg	18.5 cd	15.8 d
MLG 424	42.7 cd	29.3 ij	188.0 cd	152.0 defg	23.8 abcd	23.8 abcd
MLG 336	41.3 cde	37.3 efg	200.0 cde	152.0 defg	18.5 cd	31.7 a
VC 2768B	44.0 bc	29.3 ij	164.0 cdefg	164.0 cdefg	21.1 bcd	21.1 bcd
MLG 428	34.7 fgh	24.0 k	180.0 bcde	184.0 abcd	18.5 cd	31.7 a
MLG 237	30.7 hij	28.0 jk	188.0 abcd	156.0 defg	26.4 abc	29.0 ab
MLG 429	41.3 cde	41.3 cde	196.0 abc	176.0 cde	21.1 bcd	15.8 d
Nuri ^{a)}	58.7 a	56.0 a	188.0 abcd	152.0 defg	23.8 abcd	26.4 abc
MLG 460 ^{a)}	37.3 efg	30.7 hij	220.0 a	140.0 fg	15.8 d	23.8 abcd
MLG 330 ^{a)}	44.0 bc	33.3 ghi	200.0 abc	132.0 g	18.5 cd	29.0 ab
Rata-rata umum	37.1		173.6		23.3	
KK (%)	7.7		11.4		21.4	

Keterangan : Angka diikuti dengan huruf sama pada kolom sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%; ^{a)}: genotipe peka terhadap naungan, KK: koefisien keragaman

Respon jumlah stomata kelompok genotipe toleran naungan dan kelompok genotipe sensitif naungan terhadap perlakuan naungan menunjukkan perbedaan (Tabel 2). Genotipe kacang hijau toleran naungan lebih mampu beradaptasi terhadap kekurangan cahaya dibandingkan dengan genotipe sensitif. Hal ini dapat dilihat dari tingkat pengurangan jumlah stomata yang diakibatkan oleh perlakuan naungan. Tingkat pengurangan jumlah stomata pada genotipe toleran naungan (14.9%) lebih kecil dibandingkan dengan genotipe sensitif (31.4%) (Tabel 2).

Lebar bukaan stomata setiap genotipe menunjukkan perbedaan di dua tingkat naungan. Lebar bukaan stomata terbesar pada perlakuan tanpa naungan dicapai oleh genotipe MLG 237 (26.40 µm) dan MLG 369 (26.40 µm) dan terkecil dicapai oleh genotipe MLG 460 (15.84 µm). Pada perlakuan naungan 52%, lebar bukaan stomata terbesar dicapai oleh genotipe MMC 87 D-KP-2, MLG 336 dan MLG 428 dengan lebar bukaan 31.68 µm, serta terkecil dicapai oleh genotipe MLG 310 dan MLG 429 dengan lebar bukaan 15.84 µm (Tabel 3). Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa perlakuan naungan menyebabkan lebar bukaan stomata genotipe MMC 87D-KP-2, MLG 336 MLG 428, dan MLG 330 nyata lebih lebar dibandingkan dengan lebar bukaan stomata genotipe yang sama pada perlakuan tanpa naungan, tetapi tidak menyebabkan perbedaan lebar bukaan stomata secara nyata pada genotipe MLG 369,

MLG 310, MLG 424, VC 2768B, MLG 237, MLG 429, Nuri dan MLG 460. Menurut hasil penelitian Thomas *et al.* (2004) panjang lubang stomata, indeks dan kepadatan stomata, bentuk dan ukuran sel epidermis, serta perkembangan ukuran daun dipengaruhi oleh sinar matahari. Hanba *et al.* (2002) menyebutkan bahwa ntensitas cahaya tinggi dapat mengakibatkan tingkat pembukaan stomata rendah.

Respon lebar bukaan stomata kelompok genotipe toleran naungan dan kelompok genotipe sensitif naungan terhadap perlakuan naungan 52% tidak menunjukkan perbedaan. Namun demikian, selisih peningkatan lebar bukaan stomata antara kelompok toleran (36.4%) dengan kelompok sensitif naungan (19.3%) cukup besar (17.1%) (Tabel 2). Pergerakan stomata dikendalikan oleh cahaya, konsentrasi CO₂ di dalam rongga sub-stomata, dan kadar air di daun (Bolhar-Nordenkamp *et al.*, 1993). Apabila suplai air di daun cukup dan suhu daun tidak ekstrim, maka kelebihan cahaya memacu pembukaan stomata. Stomata membuka pada siang hari dan menutup pada malam hari. Pada intensitas cahaya matahari sedang, stomata sebagian besar spesies tanaman daerah beriklim sedang membuka maksimum (Noggle dan Fritz, 1977).

Respon ketebalan daun, tebal sel epidermis dan tebal jaringan palisade masing-masing genotipe berbeda di dua tingkat naungan (Tabel 4, Gambar 1 dan 2).

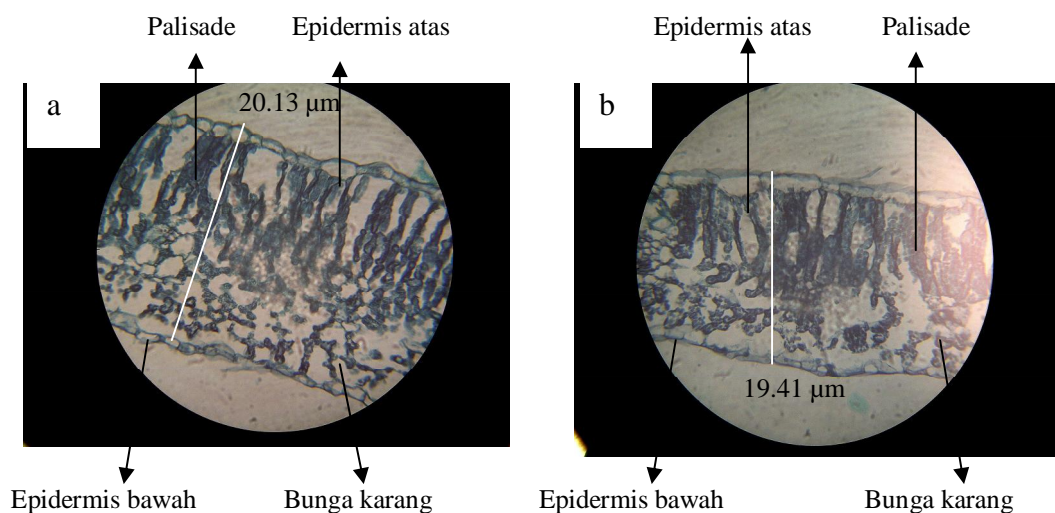
Tabel 4. Tebal daun (µm), sel epidermis (µm) dan panjang jaringan palisade (µm) dua belas genotipe kacang hijau pada dua tingkat naungan

Genotip	Tebal daun (µm)		Tebal sel epidermis (µm)		Tebal jaringan palisade (µm)	
	0%	52%	0%	52%	0%	52%
MMC 87 D-KP-2	16.1 fgh	12.4 i	1.4 bcdef	1.0 efg	10.2 cdefg	6.9 ij
MLG 369	18.7 cde	14.5 hi	1.7 ab	1.1 efg	10.1 cdefg	7.1 ij
MLG 310	19.6 cd	15.6 gh	1.9 a	1.1 defg	11.2 c	8.9 efghi
MLG 424	20.1 c	19.4 cd	1.5 abcde	1.1 efg	11.5 c	8.3 ghij
MLG 336	19.3 cd	16.2 fg	1.3 bcdefg	1.0 efg	9.6 cdefgh	8.6 fghij
VC 2768B	22.3 b	27.3 a	1.4 bcdef	1.6 abc	13.5 b	16.8 a
MLG 428	18.2 de	13.7 ij	1.4 bcdef	0.9 fg	9.9 cdefg	8.3 ghij
MLG 237	22.1 b	12.2 j	1.6 abcd	1.2 cdefg	11.2 c	6.6 j
MLG 429	20.3 c	13.3 ij	1.7 ab	1.1 defg	10.6 cdef	8.3 ghij
Nuri ^{a)}	19.7 cd	15.5 gh	1.1 defg	1.6 abcd	1089 cde	7.3 ij
MLG 460 ^{a)}	19.7 cd	13.4 ij	1.4 bcdef	1.3 bcdef	11.1 cd	6.9 ij
MLG 330 ^{a)}	17.6 ef	12.6 j	1.2 cdefg	0.8 g	9.0 defghi	7.6 hij
Rata-rata umum	17.5		1.3		9.6	
KK (%)	5.3		20.4		11.6	

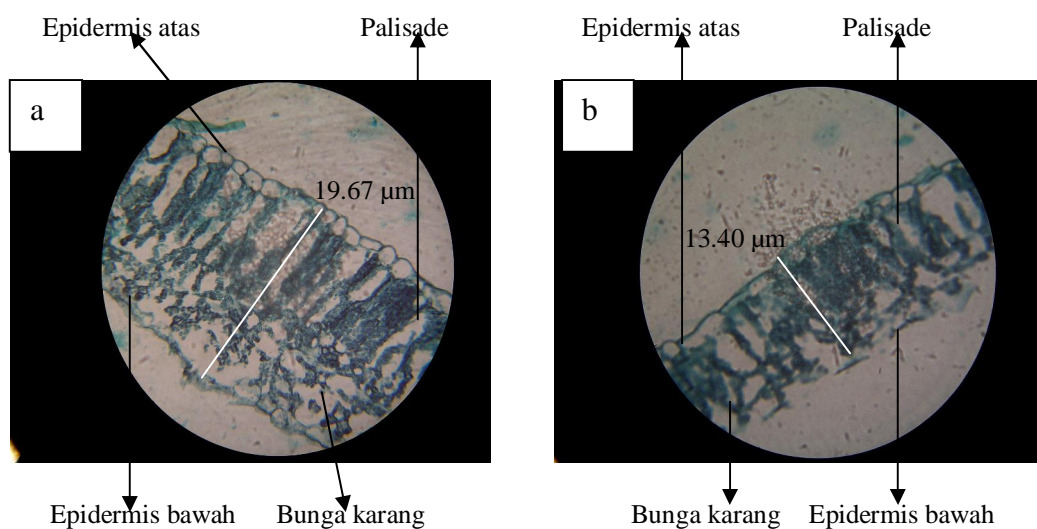
Keterangan : Angka diikuti dengan huruf sama pada kolom sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%; ^{a)}: genotipe peka terhadap naungan

Perlakuan naungan 52% menyebabkan tingkat ketebalan daun, tebal sel epidermis dan tebal jaringan palisade mengalami pengurangan, kecuali untuk genotipe VC 2768B yang justru mengalami peningkatan ketebalan daun dari 22.31 μm menjadi 27.26 μm , tebal sel epidermis dari 1.39 μm menjadi 1.65 μm dan tebal jaringan palisade dari 13.53 μm menjadi 16.68 μm (Tabel 4). Berdasarkan hasil tersebut, dapat dinyatakan bahwa genotipe VC 2768B merupakan genotipe yang

adaptif terhadap kekurangan cahaya. Pengurangan ketebalan daun tertinggi terjadi pada genotipe MLG 237 dan terendah pada genotipe MLG 424. Tingkat pengurangan tebal sel epidermis tertinggi terjadi pada genotipe MLG 310 dan terendah terjadi pada genotipe MLG 460. Pengurangan tebal jaringan palisade tertinggi terjadi pada genotipe MLG 237 dan terendah pada genotipe MLG 336.



Gambar 1. Penampang melintang daun genotipe kacang hijau toleran naungan (MLG 424) pada perlakuan (a) tanpa naungan dan (b) naungan 52%, dengan perbesaran 40x.



Gambar 2. Penampang melintang daun genotipa kacang hijau sensitif terhadap naungan (MLG 460) pada perlakuan (a) tanpa naungan dan (b) naungan 52%, dengan perbesaran 40x.

Berdasarkan hasil tersebut di atas, tampak jelas bahwa pengurangan ketebalan daun disebabkan oleh berkurangnya ketebalan sel epidermis atas dan bawah, serta jaringan palisade. Menurut Inaba (1984), ketebalan sel epidermis atas dan bawah, jaringan palisade serta jaringan bunga karang daun berkurang dengan berkurangnya intensitas cahaya yang diterima tanaman. Jumlah lapisan sel palisade dan jaringan bunga karang juga berkurang dengan adanya naungan. Hal yang sama juga disampaikan oleh Stang *et al.* (1984). Menurut Callan dan Kennedy (1995), daun tanaman yang mendapat cahaya matahari penuh lebih tebal, ukuran daun lebih kecil dan kadang-kadang lebih berbulu dibandingkan dengan perlakuan naungan, karena daun mempunyai sel parenkim berbentuk batang dan sel epidermis lebih tebal dibandingkan dengan daun tanaman yang dinaungi. Pengurangan intensitas cahaya yang diterima oleh daun mengakibatkan pengurangan tingkat ketebalan daun (Oguchi *et al.*, 2005). Hal tersebut disebabkan perkembangan sel parenkim terganggu (Tazawa, 1999). Menurut Weaver dan Clements (1986), pada intensitas cahaya rendah tanaman hanya mampu mengembangkan satu lapisan jaringan palisade sedangkan pada intensitas cahaya tinggi tanaman mampu mengembangkan dua lapisan jaringan palisade. Jaringan palisade banyak mengandung kloroplas yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis (Bolhar-Nordenkamp dan Draxler, 1993).

Ruang antar sel daun kacang hijau yang ditanam pada intensitas cahaya penuh lebih kecil dibandingkan dengan ruang antar sel pada daun yang dinaungi (Gambar 1). Menurut Morais *et al.* (2004), daun di bawah naungan mempunyai kutikula dan dinding sel yang tipis, jumlah stomata sedikit, volume mesofil lebih kecil, tetapi ruang antar selnya lebih besar.

Berdasarkan uji ortogonal kontras (Tabel 2) diketahui bahwa perlakuan naungan 52% menyebabkan tebal daun kelompok genotipe toleran berbeda dengan tebal daun kelompok genotipe sensitif naungan. Perlakuan naungan menyebabkan ketebalan daun berkurang. Tingkat pengurangan ketebalan daun kelompok genotipe toleran (18.2%) lebih rendah dibandingkan dengan tingkat pengurangan ketebalan daun kelompok genotipe sensitif (27.2%). Perlakuan naungan juga menyebabkan perbedaan tebal sel epidermis kelompok genotipe toleran dan kelompok genotipe sensitif. Naungan menyebabkan pengurangan tebal sel epidermis kelompok genotipe toleran sebesar 26.8%, tetapi tidak menyebabkan pengurangan tebal sel epidermis kelompok genotipe sensitif naungan. Selain mengakibatkan perbedaan pada tebal daun dan tebal sel epidermis, perlakuan naungan juga menyebabkan perbedaan panjang jaringan palisade antara kelompok genotipe toleran dan kelompok genotipe sensitif. Jaringan palisade pada kelompok genotipe toleran lebih panjang dibandingkan dengan jaringan palisade pada

kelompok genotipe sensitif (Tabel 2). Perlakuan naungan menyebabkan pengurangan panjang jaringan palisade genotipe kacang hijau. Tingkat pengurangan panjang jaringan palisade pada kelompok genotipe toleran (18.6%) lebih rendah dibandingkan dengan tingkat pengurangan panjang jaringan palisade pada kelompok genotipe sensitif. Tampak jelas bahwa peubah anatomi daun (tebal daun, tebal sel epidermis dan panjang jaringan palisade) genotipe kacang hijau toleran naungan relatif tidak terpengaruh oleh naungan apabila dibandingkan dengan genotipe sensitif naungan.

Hasil-hasil tersebut di atas menunjukkan bahwa perlakuan naungan menyebabkan perubahan karakteristik anatomi daun, dengan tingkat respon yang berbeda antara kelompok genotipe toleran naungan dengan kelompok genotipe sensitif naungan, dengan pola yang sama kecuali untuk karakter tebal sel epidermis. Menurut Gregoriou *et al.* (2007), tanaman yang beradaptasi baik terhadap naungan, apabila dipaparkan di bawah naungan akan mengalami pengurangan terhadap kepadatan stomata, trikoma, dan parenkim palisade lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang sensitif terhadap naungan. Pada naungan 52%, genotipe kacang hijau toleran naungan memiliki karakter anatomi daun lebih tebal, sel epidermis lebih tipis, jaringan palisade lebih panjang, jumlah bulu daun lebih sedikit dan jumlah stomata per satuan luas daun lebih banyak dibandingkan kelompok genotipe sensitif. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Marques *et al.* (1999), yang menyatakan bahwa sel epidermis bawah, ketebalan daun, jaringan palisade dan jaringan bunga karang tanaman *S. myrtilloides* yang dipaparkan di bawah sinar matahari menjadi lebih tebal dan lebih panjang dibandingkan dengan tanaman *S. myrtilloides* yang dipaparkan di bawah naungan. Disamping itu kepadatan stomata, trikoma adaksial serta trikoma abaksial juga mengalami peningkatan, masing-masing sebesar 64%, 57% dan 46%. Sedangkan menurut hasil penelitian Yano dan Terashima (2008), perlakuan naungan menyebabkan pengurangan ketebalan jaringan palisade dan panjang lamina daun tanaman *Chenopodium album* L.

KESIMPULAN

Naungan 52% menyebabkan perubahan anatomi daun (jumlah bulu daun, jumlah stomata, lebar bukaan stomata, tebal daun, tebal sel epidermis dan tebal jaringan palisade) baik genotipe kacang hijau toleran maupun sensitif terhadap naungan, dengan pola perubahan yang sama kecuali untuk karakter tebal sel epidermis. Kelompok genotipe toleran naungan merespon perlakuan naungan 52% melalui pengurangan jumlah bulu daun dan tebal sel epidermis daun. Karakteristik daun genotipe kacang hijau toleran naungan adalah jumlah bulu pada permukaan daun lebih sedikit, sel epidermis daun lebih tipis, jaringan palisade

lebih panjang, daun lebih tebal, dan jumlah stomata lebih banyak dibandingkan genotipe sensitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolhar-Nordenkamp, H.R., G. Draxler. 1993. Functional leaf anatomy. *In*: D.O. Hall, J.M.O. Scurlock, H.R. Bolhar – Nordenkamp, R.C. Leegood, S.P. Long (eds.) Photosynthesis and Production in a Changing Environment. A Field and Laboratory Manual. Chapman & Hall. London. Glasgow. New York. Tokyo. Melbourne. Madras. p. 91-112.
- Callan, E. J., C. W. Kennedy. 1995. Intercropping stokes aster: Effect of shade on photosynthesis and plant morphology. *Crop Sci.* 35: 1110-1115.
- Gardner, F.P., R.P. Pearce, R.L. Mithell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (Terjemahan Herawati Susilo) Universitas Indonesia Press.
- Gregoriou, K., K. Pontikis, S. Vemmos. 2007. Effects of reduced irradiance on leaf morphology, photosynthetic capacity, and fruit yield in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica* 45(2):172-181.
- Hanba, Y.T., H. Kogami, I. Terashima. 2002. The effect of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. *Plant, Cell & Environment* 25(8):1021-1030. Published Online 18 July 2002. <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118948842/HTMLSTART>. Diakses tanggal 14 Januari 2009.
- Inaba, K. 1984. Effect of shading on leaf anatomy in Konjak plants (*Amorphophallus konjac*). *Japanese J. Crop Sci.* 53(3): 243-248.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Water, Radiation, Salt, and Other Stresses. Vol. II. Academic Press, Inc. (London) LTD.
- Maghfiroh, L. 2006. Identifikasi genotip kedelai (*Glycine max* (L.)) tahan naungan. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Marques, A.R., Q.S. Garcia, G.W. Fernandes. 1999. Effects of sun and shade on leaf structure and sclerophylly of *Sebatiana myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipo, Minas Gerais, Brazil. *Bol.Bot.Univ.Sao Paulo.* 18:21-27. http://www.icb.ufmg.br/big/leeb/publicacoes/1999_Marques.Garcia.Fernandes.pdf. Diakses tanggal 14 Januari 2009.
- Morais, H., M.E. Medri, C.J. Marur, P.H. Caramori, A. M. de Arrura Ribeiro, J.C. Gomes. 2004. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 47(6): 863-871.
- Noggle, G.R., G.J. Fritz. 1977. Introductory Plant Physiology. How Plants Grow, Develop, and Interact with Their External Environment. Prentice Hall of India. New Delhi. Private Limited. 688 p.
- Oguchi, R., K. Hirokas, T. Hirose. 2005. Leaf anatomy as a constraint for photosynthetic acclimation: differential responses in leaf anatomy to increasing growth irradiance among three deciduous trees. *Plant, Cell & Environment* 28(7):916-927. Published Online 19 April 2005. <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/120799119/HTMLSTART>. Diakses tanggal 14 Januari 2009.
- Onwueme, I.C., M. Johnston. 2000. Influence of shade on stomatal density, leaf size and other leaf characteristics in the major tropical root crops, tannia, sweet potato, yam, cassava and taro. *Experimental Agriculture* 36: 509-516.
- Salisbury, F. B., C. W. Ross. 1991. *Plant Physiology.* Wadsworth Publ. Co. California.
- Smith, H. 1981. Adaptation to shade. *In*: Johnson C.B. (ed.). *Physiological Processes Limiting Plant Productivity.* Butterworths. London. Boston. Sydney. Wellington. Durban. Toronto. p.159-174.
- Stang, E.J., Struckmeyer, B.E., D.C. Ferree. 1984. Effect of four light levels on net photosynthesis and leaf anatomy of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*). *ISHS Acta Horticulturae* 165: III International Symposium on Vaccinium Culture. Online: http://www.actahort.org/books/165/165_46.htm. Abstract. Diakses tanggal 6 Juni 2008.
- Steel, R.G.D., J.H. Torrie. 1981. *Principles and Procedures of Statistics A Biometrical Approach.* 2nd. McGraw-Hill International Book Company. Tokyo. Japan.
- Tazawa, S. 1999. Effects of various radiant sources on plant growth (Part I). *JARQ.* 33(3):163-176.
- Thomas P.W., W.F. Ian, Q.W. Pau. 2004. Systemic irradiance signalling in tobacco. *New phytologist.* 161 (1): 321. Abstract. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=15540111>. Diakses tanggal 15 Januari 2009.
- Weaver, J.E., F.E. Clements. 1986. *Plant Ecology.* 2nd Edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company, Ltd. New Delhi.

Bul. Agron. (36) (3) 221 – 228 (2008)

Xu, Da-Quan, Yun-Kang Shen. 1999. Light stress: Photoinhibition of photosynthesis in plant under natural conditions. *In*: M. Passarakli (ed.). Hand book of Plant and Crop Stress. 2nd. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. p.483-497.

Yano, S., I. Terashima. 2008. Determination mechanisms of leaf anatomy and chloroplast

characteristics in sun and shade leaves. Department of Biology, Graduate School of Science. Osaka University, Toyonaka. 060-0043. Japan. p.1-5. Online : http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=SA0403571.pdf. Diakses tanggal 6 Juni 2008.