

Bentuk Sel Epidermis, Tipe dan Indeks Stomata 5 Genotipe Kedelai pada Tingkat Naungan Berbeda

Titik Sundari¹⁾ & Rahmat Priya Atmaja²⁾

1) Staf Peneliti Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jl. Raya Kendalpayak Malang, Km 8 Kotak Pos 66 Malang 65101

2) Mahasiswa Fak. MIPA-Biologi Universitas Negeri Malang

ABSTRACT

Shape of Epidermal Cells, Type and Stomata Index of 5 Soybean Genotypes at Different Levels of Shading. This study aimed to determine the shape of epidermal cells, type of stomata and the stomatal index of five soybean genotypes at different levels of shading. Research conducted at the Screen House of Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute in March until July 2007. Split plot design with repeated three times was used in this research. The main plots were four levels of shading (0%, 25%, 50% and 75%) and subplot is the five soybean genotypes (Pangrango, Tanggamus, Wilis, Lokon and IAC-100). Shading is used black screen. Plants fertilized with the 50 kg Urea + 100 kg SP36 75 + 75 kg KCl / ha. Fertilizing done at planting time. The results showed that shade does not change shape of epidermal cell and stomata types of five soybean genotypes. Differences in stomatal index was not determined by interaction of genotypes with levels of shading, but by the differences in shade and genotype. Shading treatment increased stomatal index of soybean abaxial leaf surface. Highest Somatal index of soybean abaxial leaf surface is achieved by IAC 100 and the lowest is achieved by Wilis. Wilis is a genotype that can be adapted to the shaded environment, by maintaining leaf area, number of epidermal cells and stomata, stomatal index, and seed weight.

Key words : soybean, shading, epidermis and stoma

PENDAHULUAN

Stomata adalah lubang pada permukaan adaksial/abaksial daun yang dikelilingi oleh dua sel penutup (Esau 1980). Sedangkan menurut Willmer (1983), stomata terdiri dari sel penutup dan sel tetangga. Frekuensi stomata tiap-tiap tumbuhan beragam. Stomata merupakan salah satu derivat epidermis, sehingga perubahan intensitas cahaya yang berpengaruh terhadap epidermis juga akan berpengaruh terhadap stomata.

Perubahan jumlah stomata dan epidermis dapat dilihat melalui indeks stomata. Indeks stomata merupakan perbandingan antara jumlah stomata dengan jumlah total epidermis ditambah stomata, dimana tiap satu stoma dihitung sebagai satu sel. Indeks stomata menunjukkan tingkat kerapatan stomata (Wallis 1965).

Tingkat kerapatan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti: ketersediaan air, intensitas cahaya, temperatur, dan konsentrasi CO₂ (Kimball 2006). Semakin tinggi intensitas

cahaya, frekuensi stomata di kedua permukaan daun kedelai juga semakin meningkat, meskipun peningkatan frekuensi tersebut tidak signifikan (Willmer 1983). Pada tanaman *Quercus kellogi*, peningkatan intensitas cahaya diikuti dengan peningkatan indeks stomata secara signifikan. Namun tidak demikian dengan indeks stomata daun *Quercus petraea*. Indeks stomata daun *Quercus petraea* yang ternaungi lebih rendah jika dibandingkan dengan daun yang tidak ternaungi (Kouwenberg 2006). Demikian juga pada daun Ginkgo biloba (Chen *et al.* 2001), dan daun *Vigna sinensis* (Willmer 1987).

Perubahan indeks stomata akibat naungan perlu dikaji, karena stomata berperan penting dalam proses fotosintesis dan transpirasi (Edhi 1996), terutama dalam pertukaran gas CO₂ dan O₂ dalam fotosintesis serta proses hilangnya air melalui transpirasi (Kimbal 2006). Selain itu, stomata juga berperan sebagai jalan masuk patogen ke jaringan daun (Sastrahidayat 1990). Fotosintesis dan respirasi inilah yang pada akhirnya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui bentuk sel epidermis, tipe dan indeks stomata lima genotipe kedelai pada tingkat naungan berbeda.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan yang digunakan adalah lima genotipe kedelai (Pangrango, Tanggamus, Wilis, Lokon dan IAC-100). Penelitian dilakukan di Rumah Kasa Balai Penelitian

Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi), Malang pada bulan Maret hingga Juli 2007. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan petak terbagi (*Split Plot*), diulang tiga kali. Petak utama adalah empat tingkat naungan (0%, 25%, 50% dan 75%). Sedangkan anak petak adalah lima genotype kedelai. Naungan yang digunakan adalah paranet berwarna hitam. Setiap unit perlakuan ditanam sebanyak tiga pot, dengan dua tanaman per pot. Untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang baik, tanaman dipupuk dengan takaran setara 50 kg Urea + 100 kg SP36 + 75 kg KCl /ha. Pemupukan dilakukan pada saat tanam.

Pengamatan dilakukan terhadap : bentuk sel epidermis, tipe stoma, jumlah sel epidermis dan stomata dihitung pada setiap potongan daun, dan jumlah sel epidermis dan stomata dihitung dalam satu bidang pandang mikroskop. Penghitungan jumlah stomata dan sel epidermis dilakukan sebanyak lima kali untuk setiap potongan daun. Jumlah sel per mm² dihitung dengan cara membagi rata-rata jumlah sel epidermis dan stomata dengan luas bidang pandang mikroskop. Selanjutnya indeks stomata dihitung dengan rumus Wallis (1965) :

$$IS = \frac{S}{S + E} \times 100$$

Keterangan: IS = indeks stomata, S = jumlah stomata, dan E = jumlah sel epidermis

Penghitungan indeks stomata hanya dilakukan pada permukaan abaksial daun, karena tanaman yang tumbuh di bawah naungan hanya memiliki stomata di

permukaan abaksial daun saja (Gardner 1985). Contoh daun diambil pada daun yang sudah membuka sempurna dengan ukuran yang sudah maksimal (daun ke empat dari atas).

Selain pengamatan terhadap karakter di atas, juga diamati jumlah daun, luas daun dan bobot biji per tanaman.

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis varian berbasis rancangan petak terbagi (RPT) dengan taraf uji 5%, jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf ketelitian 5%.

HASIL

Hasil penelitian dapat diketahui bahwa naungan tidak mengubah bentuk sel epidermis dan tipe stomata genotipe Pangrango. Sel epidermis genotipe Pangrango mempunyai bentuk lonjong dengan dinding yang berlekuk. Jumlah lekukan dinding sel epidermis pada perlakuan naungan 0%, 25%, 50% dan 75% mencapai 3-6 lekukan. Berdasarkan jumlah dan letak sel tetangga, tipe stomata genotipe Pangrango adalah parasitik. Namun demikian, pada naungan 25% dan 75% juga dijumpai tipe stoma anomositik. Letak stoma satu dengan stoma lain yang berada di naungan 0%-75% tidak dibatasi atau dipisahkan oleh 1 sampai 3 sel epidermis. Naungan 25%-75% menyebabkan ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma bertambah besar (Gamabr 1a)

Perlakuan naungan tidak mengubah tipe stomata dan bentuk sel epidermis varietas Tanggamus. Sel epidermis

memiliki bentuk lonjong dengan dinding yang berlekuk. Jumlah lekukan dinding sel epidermis, pada perlakuan naungan 0%, 25%, 50% dan 75% mencapai 4-7 lekukan. Berdasarkan jumlah dan letak sel tetangga tipe stoma genotipe Tanggamus adalah parasitik. Selain itu juga dijumpai tipe stoma anomositik pada naungan 0%, 25%, 50%, dan 75%. Letak stoma satu dengan stoma lain yang berada di naungan 0%-75% tidak dibatasi atau dipisahkan oleh 1 sampai 4 sel epidermis. Naungan 25%-75% menyebabkan ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma bertambah besar (Gambar 1b).

Bentuk sel epidermis dan tipe stoma kedelai Wilis tidak mengalami perubahan dengan adanya naungan. Sel epidermis kedelai Wilis berbentuk lonjong dengan dinding yang berlekuk. Jumlah lekukan dinding sel epidermis, pada perlakuan naungan 0%, 25%, 50% dan 75% mencapai 4-8 lekukan. Berdasarkan jumlah dan letak sel tetangga, tipe stoma kedelai Wilis adalah parasitik. Selain itu, juga dijumpai tipe stoma anomositik pada naungan 0%, 50%, dan 75%. Letak stoma satu dengan stoma lain pada naungan 0% -75% tidak dibatasi atau dibatasi oleh 1 sampai 6 sel epidermis. Naungan 25%-75% menyebabkan ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma bertambah besar (Gambar 1c).

Perlakuan naungan tidak mengubah bentuk sel epidermis dan tipe stomata genotipe IAC-100. Sel epidermis bentuk lonjong dengan dinding yang berlekuk. Jumlah lekukan dinding sel epidermis pada naungan 0% - 75% berjumlah 4-6 lekukan. Berdasarkan jumlah dan letak sel tetangga, tipe stoma IAC 100 adalah

parasitik. Namun demikian, juga ditemukan tipe stoma anomositik pada naungan 0%, 50%, dan 75%. Letak stoma satu dengan stoma lain yang berada di bawah naungan 0%-75% tidak dibatasi atau dibatasi oleh 1 sampai 6 sel epidermis. Naungan 25%-75% menyebabkan ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma bertambah besar (Gambar 1d).

Naungan tidak mengubah bentuk sel epidermis dan tipe stomata kedelai Lokon. Sel epidermis memiliki bentuk lonjong dengan dinding yang berlekuk. Jumlah lekukan dinding sel epidermis pada naungan 0%-75% berjumlah 3-6 lekukan. Tipe stoma berdasarkan jumlah dan letak sel tetangga disebut parasitik. Selain itu, juga ditemukan tipe stoma anomositik pada naungan 75%. Letak stoma satu dengan stoma lain yang berada di naungan 0%-75% tidak dibatasi atau dibatasi oleh 1 sampai 3 sel epidermis. Naungan 25%-50% menyebabkan ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma lebih besar (Gambar 2).

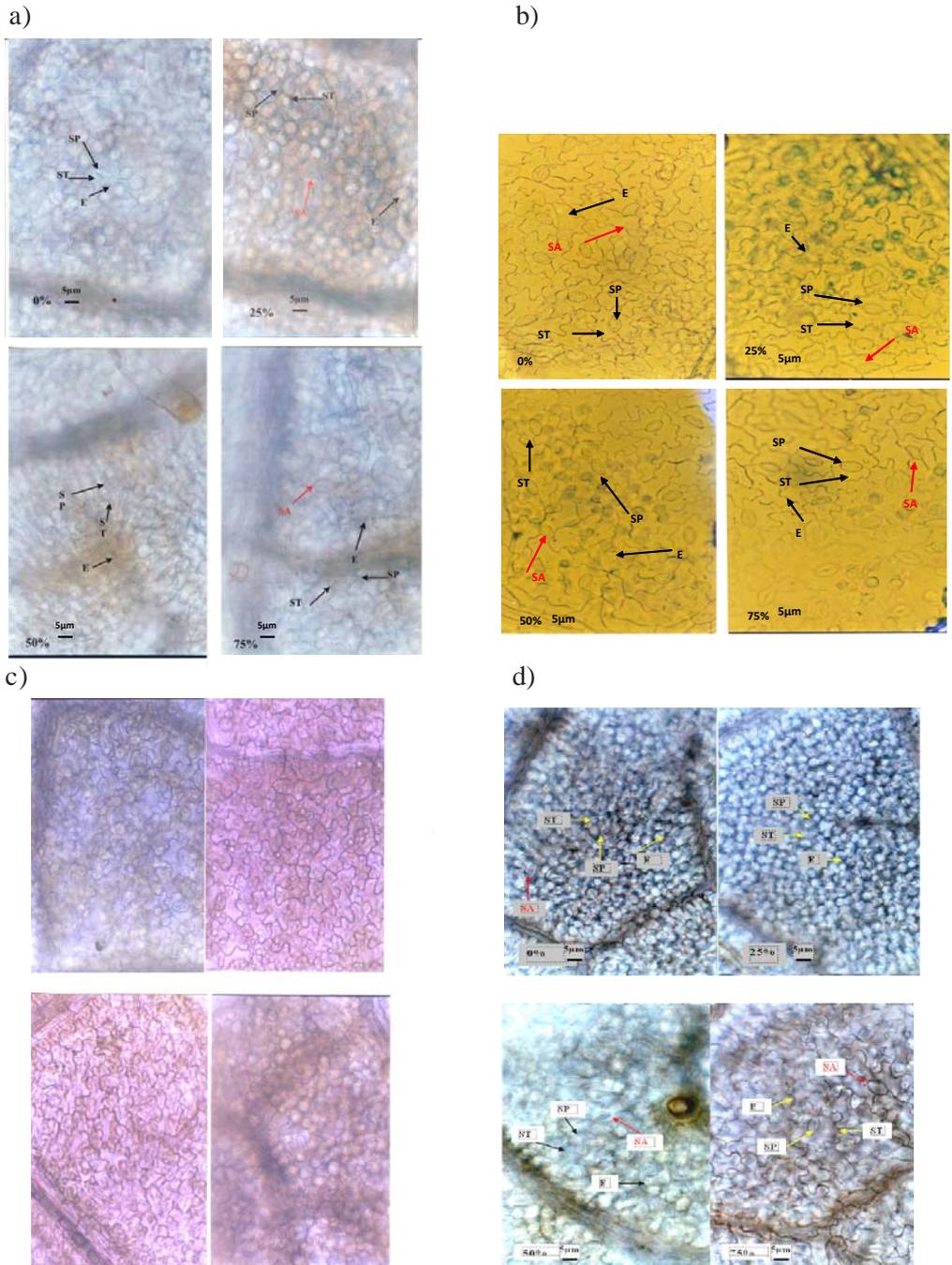
Naungan tidak mempengaruhi bentuk morfologi sel epidermis. Sel epidermis memiliki bentuk memanjang dan berlekuk. Naungan juga tidak mengubah jumlah lekukan sel epidermis. Perbedaan hanya terjadi pada jumlah lekukan sel epidermis dari lima genotipe yang diuji. Di antara genotipe yang diuji, Wilis memiliki jumlah lekukan paling banyak (8 lekukan/sel). Naungan juga tidak mengubah tipe stomata lima genotipe kedelai yang diuji. Tipe stoma yang teramati dalam semua preparat leaf clearing adalah parasitik dan anomositik.

Jumlah stomata tipe parasitik lebih banyak ditemukan daripada anomositik.

Stomata parasitik ditandai dengan jumlah sel tetangga sebanyak 2 buah yang terletak sejajar dengan sumbu sel penutup stoma dan porus. Sel tetangga tipe parasitik dapat dibedakan dengan sel epidermis daun, karena memiliki jumlah, letak, dan tingkat lekukan yang berbeda. Sel tetangga parasitik yang diamati memiliki jumlah lekukan 2-4. Letak lekukan sel tetangga hanya terdapat pada sisi yang berbatasan dengan sel epidermis, sisi yang berbatasan dengan sel penutup tidak berlekuk. Tingkat lekukan sel tetangga parasitik lebih dangkal jika dibandingkan dengan lekukan sel epidermis. Stomata anomositik ditandai dengan adanya 3-4 buah sel tetangga yang memiliki bentuk morfologi sama dengan sel epidermis.

Naungan memperbesar ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma. Ukuran sel epidermis yang bertambah menyebabkan stoma satu dengan yang lain tampak berjauhan, sehingga pada perlakuan naungan stomata terlihat renggang. Pertambahan ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma menyebabkan jumlah sel epidermis dan stomata dalam satu bidang pandang mikroskop berkurang. Peningkatan naungan hingga 75%, mengakibatkan pengurangan jumlah sel epidermis lima genotipe kedelai yang diuji, dengan kisaran antara 20,81% hingga 48,12%. Dari hasil analisis regresi diketahui bahwa bentuk hubungan antara tingkat naungan dengan jumlah sel epidermis per satuan luas adalah linier negatif (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar tingkat naungan, jumlah sel epidermis yang terbentuk per satuan luas semakin

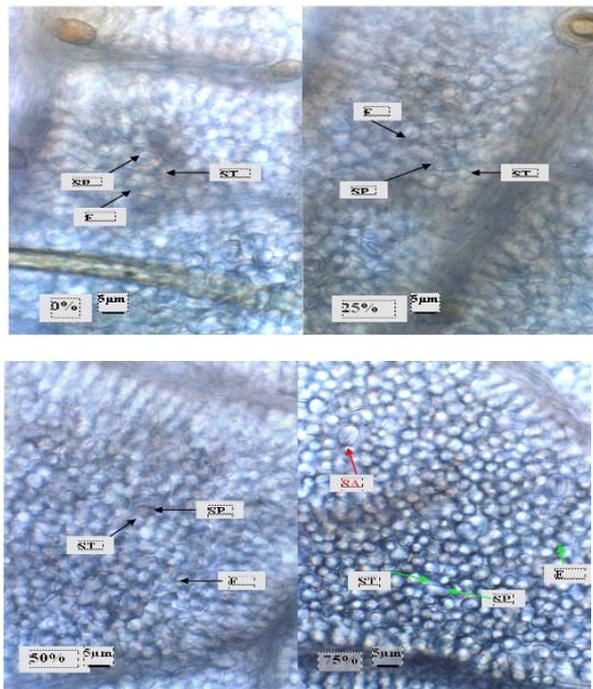
Bentuk Sel Epidermis, Tipe dan Indeks Stomata



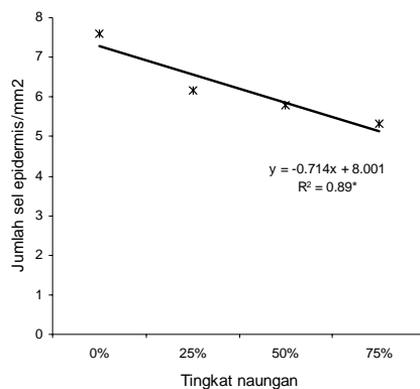
Gambar 1. Fotomikrograf Permukaan Abaksial Daun Kedelai Varietas Pangrango (a), Tanggamus (b), Wilis (c), dan Genotipe IAC-100 (d) pada Empat Tingkat Naungan. SP: Stoma Parasitik. SA: Stoma Anomositik ST: Sel Tetangga. E: Epidermis.

sedikit. Pengurangan terendah terjadi pada genotipe IAC 100 (20,81%) dan tertinggi pada Wilis (48,12%) (Tabel 1). Demikian juga halnya pada jumlah stomata. Namun demikian, pengurangan

jumlah sel epidermis lebih banyak jika dibandingkan dengan stomata (Tabel 1 dan 2). Pengurangan jumlah stomata berkisar antara 14,77% hingga 41,51% (Tabel 2). Pengurangan jumlah stomata



Gambar 2. Fotomikrograf permukaan abaksial daun kedelai varietas Lokon pada empat tingkat naungan. SP: Stoma Parasitik. SA: Stoma Anomositik ST: Sel Tetangga. E: Epidermis.



Gambar 3. Bentuk Hubungan antara Tingkat Naungan dengan Jumlah Sel Epidermis Daun Kedelai.

terendah terjadi pada genotipe Lokon (14,77%) dan tertinggi pada Wilis (4,51%). Hal ini mengakibatkan indeks stomata meningkat (Tabel 3).

Pengurangan jumlah sel epidermis yang lebih besar dibandingkan dengan pengurangan jumlah stomata per satuan luas akan berpengaruh terhadap indeks stomata, dimana Indeks stomata semakin meningkat (Tabel 3).

Peningkatan indeks stomata ditentukan oleh peningkatan tingkat naungan (Tabel 3). Berdasarkan hasil analisis regresi diketahui bahwa hubungan antara tingkat naungan dengan indeks stomata berbentuk linier positif. Artinya, bahwa setiap peningkatan tingkat naungan diikuti dengan peningkatan indeks stomata (Gambar 4).

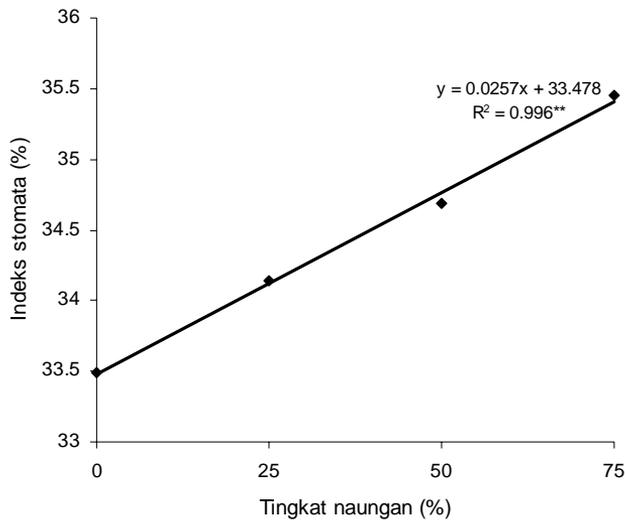
Berdasarkan hasil analisis ragam

Tabel 1. Jumlah, Pengurangan dan Persentase Pengurangan Sel Epidermis Lima Genotipe Kedelai pada Empat Tingkat Naungan

Genotipe	Jumlah Sel Eidermis per mm ² pada Tingkat Naungan				Jumlah pengurangan (0%-75%)	Pengurangan (%) (0%-75%)
	0%	25%	50%	75%		
Pangrango	8,30	5,81	5,88	5,66	2,64	31,81
Tanggamus	6,88	6,28	5,07	4,73	2,15	31,25
Wilis	9,06	6,14	6,37	4,70	4,36	48,12
IAC-100	6,20	6,26	5,31	4,91	1,29	20,81
Lokon	7,53	6,00	5,81	5,92	1,61	21,38
Rata-rata	7,59	6,10	5,69	5,18	2,41	30,67

Tabel 2. Jumlah, Pengurangan dan Persentase Pengurangan Stomata Lima Genotipe Kedelai pada Empat Tingkat Naungan.

Genotipe	Jumlah Stomata per mm ² pada Tingkat Naungan				Jumlah Pengurangan (0%-75%)	Persentase Pengurangan (%) (0%-75%)
	0%	25%	50%	75%		
Pangrango	4,25	3,02	3,20	3,13	1,12	26,35
Tanggamus	3,33	3,21	2,75	2,65	0,68	20,42
Wilis	4,36	3,04	3,18	2,55	1,81	41,51
IAC-100	3,28	3,57	2,94	2,63	0,65	19,82
Lokon	3,86	2,30	3,01	3,29	0,57	14,77
Rata-rata	3,82	3,03	3,02	2,85	0,97	24,57



Gambar 4. Bentuk Hubungan antara Tingkat Naungan dengan Indeks Stomata Kedelai.

Tabel 3. Indeks Stomata Kedelai pada Tingkat Naungan Berbeda

Naungan (%)	Indeks stomata (%)
0	33,49 c
25	34,14 b
50	34,69 b
75	35,45 a
BNT 5%	0,28

Keterangan: Angka pada kolom sama diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata BNT: Beda Nyata Terkecil

diketahui bahwa, perbedaan indeks stomata terjadi sebagai akibat perbedaan genotipe dan naungan secara terpisah. Indeks stomata tertinggi (35,45%) dicapai pada perlakuan naungan 75% (Tabel 3). Di antara lima genotipe kedelai yang diuji, IAC 100 menunjukkan nilai indeks stomata tertinggi, yaitu 35,36%, sedangkan Wilis memiliki indeks stomata terkecil (Tabel 4).

Perbedaan jumlah dan luas daun ditentukan oleh perbedaan genotipe

(Tabel 5). Jumlah daun terbanyak dicapai genotipe Pangrango, demikian juga dengan luas daun. Pencapaian luas daun per tanaman akan mempengaruhi jumlah sel epidermis dan stomata per tanaman. Hasil analisis korelasi menunjukkan jumlah daun berkorelasi nyata positif dengan luas daun, dengan nilai koefisien korelasi ($r = 0,88^{**}$), luas daun berkorelasi nyata positif dengan jumlah sel epidermis ($r = 0,58$) dan stomata ($0,65$). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa

Tabel 4. Indeks Stomata Lima Genotipe Kedelai

Genotipe	Indeks stomata (%)	
Pangrango	34,74	b
Tanggamus	34,36	b
Wilis	33,50	c
IAC 100	35,36	a
Lokon	34,26	b
BNT 5%	0,48	

Keterangan: Angka pada kolom sama diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata BNT: Beda Nyata Terkecil

Tabel 5. Jumlah dan Luas daun Lima Genotipe Kedelai

Genotipe	Jumlah daun/tanaman	Luas daun (Cm²/tanaman)
Pangrango	56 a	2143 a
Tanggamus	46 bc	1321 c
Wilis	49 b	1483 bc
IAC 100	25 d	676 d
Lokon	41 c	1700 b
BNT 5%	5,27	297,30

peningkatan jumlah daun berhubungan erat dengan luas daun, peningkatan luas daun berhubungan erat dengan peningkatan jumlah sel epidermis dan stomata, tetapi tidak demikian dengan indeks stomata. Peningkatan indeks stomata berbanding terbalik dengan jumlah sel epidermis, jumlah stomata, dan luas daun. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi nyata negatif, berturut-turut -0,51; -0,46 dan -0,45.

Bobot biji per tanaman dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dengan tingkat naungan (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa respon masing-masing genotipe berbeda di setiap tingkat naungan. Wilis merupakan genotipe yang menghasilkan bobot biji per tanaman tertinggi di semua tingkat naungan, kecuali

di tingkat naungan 25% yang dicapai genotipe Tanggamus.

Berdasarkan hasil analisis korelasi diketahui bahwa bobot biji berkorelasi nyata positif dengan jumlah daun, luas daun, jumlah sel epidermis dan stomata ($r = 0,78; 0,67, 0,69$ dan $0,62$), tetapi berkorelasi negatif dengan indeks stomata ($r = -0,46$).

PEMBAHASAN

Naungan tidak mengubah bentuk morfologi sel epidermis maupun tipe stoma. Bentuk sel epidermis pada daun kedelai adalah memanjang dengan tepi yang berlekuk. Bentuk sel epidermis yang ditemukan sesuai dengan pendapat Rudal (2007) dan Fahn (1990) yang

Tabel 6. Bobot Biji per Tanaman Lima Genotipe Kedelai pada Tingkat Naungan Berbeda

Genotipe	Bobot biji (g/tanaman) pada Tingkat naungan:			
	0%	25%	50%	75%
Pangrango	6,60 a	3,07 gh	4,55 def	2,62 h
Tanggamus	6,08 ab	5,57 bc	4,60 cdef	3,01 gh
Wilis	6,76 a	5,55 bcd	4,79 cde	3,95 efg
IAC 100	6,07 ab	3,75 fg	3,27 gh	1,42 i
Lokon	3,82 efg	2,63 h	2,66 h	2,54 h
BNT 5%				1,001

menyatakan bahwa sel epidermis memiliki bentuk: memanjang, isodiametrik, tubuler, dengan dinding yang lurus, berombak atau berlekuk.

Tipe stomata menurut jumlah dan letak sel tetangga pada lima genotipe kedelai disebut parasitik. Tipe parasitik memiliki ciri sel penutup stoma dikelilingi oleh dua buah sel tetangga yang terletak sejajar dengan sumbu sel penutup dan porus. Tipe stoma yang diamati sesuai dengan hasil penelitian Tyas (2007) yang menyatakan bahwa tipe stoma daun kedelai termasuk parasitik. Tipe stomata anomositik juga ditemukan pada penelitian ini. Jumlah stomata tipe parasitik lebih banyak dibandingkan dengan anomositik.

Dua tipe stomata yang ditemukan dalam satu helai daun disebabkan oleh sampel daun yang diamati belum dewasa. Daun yang belum dewasa memiliki tingkat perkembangan sel epidermis dan stomata belum sempurna. Salah satu dari 3 atau 4 buah sel yang mengelilingi stoma yang diduga memiliki tipe anomositik kemungkinan sel epidermis yang belum sempurna sedangkan dua sel yang lain

adalah sel tetangga stomata parasitik. Hidayat (1995) menyatakan bahwa perkembangan stomata dimulai saat pembelahan sel epidermis daun selesai, selanjutnya perkembangan akan terus berlanjut hingga daun memanjang dan melebar karena pembesaran sel. Sel epidermis daun ketiga dari atas yang diambil sebagai sampel kemungkinan belum memanjang dan melebar secara sempurna sehingga menyebabkan letak dua sel tetangga stoma parasitik belum menunjukkan posisi sejajar dengan sumbu porus dan sel penutup stoma.

Naungan menyebabkan perubahan ukuran stoma dan sel epidermis. Ukuran sel epidermis dan sel tetangga stoma terlihat lebih besar pada tingkat naungan yang semakin tinggi. Perubahan ukuran stomata dan sel epidermis yang teramati sesuai dengan laporan Sugito (1999) dan Cookson (2005) yang menyatakan bahwa pada intensitas cahaya rendah ukuran stoma dan sel epidermis bertambah besar.

Genotipe kedelai yang diuji memiliki sifat genetik berbeda sehingga masing-masing memiliki tingkat inisiasi stomata

yang tidak sama. Tingkat inisiasi stomata yang tidak sama menyebabkan indeks stomata lima genotipe kedelai berbeda. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Willmer (1983) bahwa inisiasi stomata dipengaruhi oleh hormon dan sifat genetik. Menurut Salisbury (1995), tiap sel tumbuhan memiliki kepekaan yang tidak sama. Kepekaan sel yang tidak sama menyebabkan perbedaan respons, meskipun intensitas cahaya yang diberikan sama. Penelitian memperlihatkan bahwa Pangrango, Tanggamus, dan Lokon memiliki respons yang berbeda dengan IAC-100 dan Wilis.

Naungan menyebabkan penurunan bobot biji dari masing-masing genotipe. Penurunan hasil biji disebabkan karena semakin berkurangnya intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman. Di mana cahaya terserap merupakan faktor penting dalam proses fotosintesis, pertumbuhan dan hasil tanaman (Board & Harville 1996; Zhao & Oosterhuis 1998). Pengurangan cahaya terserap mengakibatkan pengurangan aktifitas fotosintesis, sehingga alokasi fotosintat ke organ reproduksi berkurang (Osuni *et al.* 1998).

Cahaya matahari yang terbatas berpengaruh terhadap laju aktifitas ATP dan NADPH₂ pada reaksi fotokimia dari fotosintesis. Laju reaksi pada siklus reduksi karbon fotosintesis, termasuk RuBPC-o (Ribulose 1,5-biphosphat carboxylase-oxygenase) terhambat bersamaan dengan berkurangnya laju sintesis kofaktor dari ATP dan NADPH₂ (Raven & Glidewell 1981). Terbatasnya cahaya matahari selain meningkatkan tahanan mesofil, juga dapat meningkatkan tahanan

stomata melalui pengaruh langsung cahaya terhadap stomata. Pengaruh tidak langsung pengurangan cahaya adalah peningkatan konsentrasi CO₂ interseluler akibat meningkatnya tahanan mesofil. Konsentrasi CO₂ yang tinggi akan meningkatkan laju fotosintesis dan menurunkan aktifitas Ribulose biphosphate carboxyliase-oxygenase (Rubisco). Pengurangan aktivitas Rubisco berdampak pada efisiensi karboksilasi berkurang. Namun penurunan Rubisco hanya terjadi pada fase perkembangan biji (Osborne 1997)

Kemampuan setiap genotipe untuk dapat berproduksi menghasilkan biji di bawah naungan berbeda. Wilis merupakan genotipe yang mampu berproduksi tinggi hampir di semua tingkat naungan, kecuali pada tingkat naungan 25%. Hal ini didukung pula dengan karakter jumlah daun dan luas daun yang tinggi pula. Jumlah daun yang banyak dan luas daun yang lebar pada Wilis diikuti pula dengan jumlah sel epidermis dan stomata yang banyak. Peningkatan jumlah stomata berdampak pada peningkatan laju pertukaran gas CO₂ dan O₂, serta transpirasi. Pernyataan di atas, mendukung pendapat Gardner (1985) yang menyatakan bahwa peningkatan laju transpirasi dapat dilakukan dengan memperbesar porus atau jumlah stomata. Dengan transpirasi, laju unsur hara tetap berlangsung dan turgor yang berlebihan dapat dicegah. Transpirasi dapat menurunkan potensial air di dalam sel sehingga turgor menjadi tidak terlalu tinggi. Turgor yang terlalu tinggi menyebabkan kerusakan sel (Sugito 1999). Selain itu, dengan luas daun yang

lebar, tanaman mampu meningkatkan penyerapan photosynthetically active radiation (PAR) (Anonym 1981).

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dapat dikatakan bahwa Wilis merupakan genotipe yang mampu beradaptasi terhadap naungan, dengan tetap mempertahankan luas daun, jumlah sel epidermis dan stomata, indeks stomata, serta bobot biji.

KESIMPULAN

Naungan tidak mengubah bentuk sel epidermis dan tipe stomata lima genotipe kedelai, tetapi naungan berperan dalam menentukan indeks stomata.

Naungan meningkatkan indeks stomata permukaan abaksial daun kedelai. Selain ditentukan oleh naungan, perbedaan indeks stomata juga ditentukan oleh perbedaan genotipe.

Indeks stomata tertinggi dicapai IAC -100 dan terendah dicapai Wilis.

Wilis merupakan genotipe yang dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan ternaungi, dengan mempertahankan luas daun, jumlah sel epidermis dan stomata, indeks stomata, serta bobot biji.

DAFTAR PUSTAKA

Anonym. 1981. Sunday Nnochiri ogbuehi "Influence of windbreak-shelter on soybean (*Glycine max* (L). Merrill. ETD collection for University of Nebraska - Lincoln. Paper AAI8111681.

Board, JE. & BG. Harville. 1996. Growth dynamic during the vegetatif

periode affect yield of narrow-row, late planted soybean. *Agron. J.* 88:567-572.

Chen, AQ, CS. Li, WG. Chaloner, DJ. Beerling, QD. Sun, ME. Collinson & PL. Mitchell. 2001. Assessing The Potential for Stomatal Character of Extant and Fossil Ginkgo biloba to Signal of Atmosperic CO2 Change. Beijing: Institute of Botany Chinese Academy of Science. <http://www.amjbot.org/cgi/content/full/88/7/1309>.

Cookson, SH. & C. Granier. 2005. A Dynamic Analysis of the Shade-induced Plasticity in Arabidopsis thaliana Rosette Leaf Development Reveals New Components of the Shade-adaptive Response. Oxford: Oxford University Press. [journal.permissions@oxfordjournals.org](mailto:permissions@oxfordjournals.org).

Edhi, AS. 1996. Indeks Stomata pada Tanaman *Widelia biflora* dan *Portulaca grandiflora*. Malang: *Laporan. Penelitian Tidak Diterbitkan FMIPA IKIP MALANG*.

Esau, K. 1980. *Plant Anatomy*. New York, London, Sydney, and Toronto: John Wiley and Sons, Inc.

Fahn, A. 1990. *Plant Anatomy*. Third Edition. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt: Pergamon Press.

Gardner, FP., RB. Pearce & RL. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plant*. Iowa: The Iowa State University Press.

Hidayat, EB. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: Penerbit ITB.

Kimball, J. 2006. Gas Exchange in Plants. www.Jkimball.ultranet.

- Kouwenberg, LLR. & CME. Jennifer. 2006. The Effect of Light Intensity and Temperature Changes on The Stomatal and Epidermal Morphology of *Quercus kelloggi*: Implications for Paleoelevation Reconstruction. Chicago: Departement of Geology. www.Kouwenbergfmnh.org.
- Osborne, CP. 1997. Effect of Rising CO₂ Concentration on Photosynthesis in the Shade. University of Essex (united of Kingdom). [Disertation] Abstracts.
- Osumi, K., K. Katayama, LU. de la Cruz, & AC. Luna. 1998. Fruit bearing behavior of 4 legumes cultivated under shaded conditions. *JARQ*. 32:145-151.
- Raven, JA., & SM. Glidewell. 1981. Process limiting photosynthetic conductance. Di dalam C.B.Johnson (ed.) *Physiological Processes Limiting Plant Productivity. Butterrr-worths*. London. Boston. Sydney. Wellington. Durban. Toronto. 109-136.
- Rudal, PJ. 2007. *Anatomy of Flowering Plants An Introduction to Structure and Development*. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sao Paulo: Cambridge University Press.
- Salisbury, FB. & CW. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Terjemahan: Lukman, DR. & Sumaryono. Bandung: Penerbit ITB.
- Sastrahidayat. 1990. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Surabaya: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Bekerja Sama Dengan Usaha Nasional Surabaya
- Sugito, Y. 1999. *Ekologi Tanaman. Malang*. Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Tyas, RMN. 2007. Pengaruh Naungan Terhadap Perubahan Struktur Anatomi Daun Pada Lima Varietas Kedelai [*Glycine max* (L.) Merrill]. Malang: [Skripsi]. FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Wallis, TE. 1965. *Analytical Mycros-copy. Boston*. Little Brown and Company.
- Willmer, CM. 1983. *Stomata*. London-New York: Longman Inc.
- Zhao, D. & D. Oosterhius. 1998. Cotton response to shade at different growth stages: Nonstructural carbohydrate composition. *Crop Sci*. 38:1196-1203.

Memasukkan: September 2010

Diterima: Januari 2011