

Volume 01 Nomor 01 Tahun 2017

ISSN 2597 6087

Journal

Pertanian Presisi

Journal of Precision Agriculture



PENERBIT GUNADARMA

Diterbitkan oleh:
Penerbit Gunadarma

DEWAN REDAKSI
JURNAL PERTANIAN PRESISI

Penasehat	: Prof. Dr. E. S. Margianti, SE, MM Prof. Suryadi Harmanto, SSI, MMSi Agus Sumin, Drs, MMSi
Penanggung Jawab	: Prof. Dr. Ir. Budi Hermana, MM
Ketua	: Dr. Ir. Tety Elida, M.M
Editor	: Ummu Kalsum, SP, M.Si Risnawati, SP, M.Si
Reviewer	:
1	Dr. Ir. Budiman, MS (Universitas Gunadarma)
2	Prof. Dr. Ir. Slamet Susanto, MSc (Ekofisiologi, Institut Pertanian Bogor)
3	Prof. Dr. Ir. Sandra Arifin Aziz, M.Si (Ekofisiologi dan Tanaman <i>Indigenous</i> , Institut Pertanian Bogor)
4	Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU (Hidrologi Pertanian, Fisika Tanah dan Konservasi, Universitas Brawijaya)
5	Dr. Ir. Kartika Ning Tyas, M.Si (Konservasi, Agronomi dan Fisiologi, Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya LIPI)
6	Dr. Ir. Ummu Salamah Rustiani, MSi (Hama dan Penyakit Tanaman, Badan Karantina Pertanian Indonesia, Kementerian Pertanian Republik Indonesia)
7	Dr. Nur Sultan Salahuddin, S.Kom, MT (Informasi dan Teknologi, Universitas Gunadarma)
8	Dr. Agr. Eko Setiawan, SP, MSi (Agronomi dan Hortikultura, Universitas Trunojoyo)
9	Tubagus Kiki Kawakibi Azmi, SP, M.Si (Tanaman Hias, Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Universitas Gunadarma)
10	Hafith Furqoni, SP, M.Si (Agronomi dan Ekofisiologi, Institut Pertanian Bogor)

Alamat Redaksi:

Bagian Publikasi Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424
Telp. (021) 78881112 ext. 516
Email: jpp.gunadarma@gmail.com

Volume 1 Nomor 1, 2017

Jurnal Pertanian Presisi

Daftar Isi

Pengaruh dosis pupuk urea terhadap kandungan N tanah, serapan N, dan hasil umbi bawang merah pada tanah steril dan tanah inokulasi	1
Ratih Kurniasih, Arif Wibowo, Sri Nuryani Hidayah Utami	
Pengaruh bahan kemasan terhadap kualitas dan daya simpan buah jambu biji merah (<i>Psidium guajava</i> L.)	17
Ummu Kalsum, Dewi Sukma, Slamet Susanto	
Pengaruh pertumbuhan pakcoy (<i>Brassica chinensis</i> L.) terhadap perlakuan konsentrasi larutan hidroponik sistem NFT	28
Fitri Yulianti, Adinda Nurul Huda	
Pertumbuhan caisim (<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.) pada beberapa konsentrasi larutan hidroponik sistem NFT	38
Adinda Nurul Huda, Fitri Yulianti	
Inventarisasi Cendawan Terbawa Benih Padi, Kedelai, dan Cabai	48
Evan Purnama Ramdan, Ummu Kalsum	
Studi Identifikasi Stomata pada Kelompok Tanaman C3, C4 dan CAM	59
Achmad Yozar Perkasa, Totong Siswanto, Feni Shintarika, Titistyas Gusti Aji	
Aplikasi P.O.C Urin Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	73
M. Darmawan	
Pengaruh Pupuk Kandang Sapi dan Inokulan Mikroba <i>Trichoderma Sp</i> terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisim (<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.)	83
Fawzy Muhammad Bayfurqon, Nurcahyo Widyodaru Saputro, Miftakhul Bakhrir Rozaq Khamid	

Studi Identifikasi Stomata pada Kelompok Tanaman C3, C4 dan CAM*Identification Study of Stomata on Plant Groups C3, C4 and CAM*

Achmad Yozer Perkasa^{1*}, Totong Siswanto², Feni Shintarika², Titistyas Gusti Aji²

¹ Staf Pengajar Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma (Gunadarma University), Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424 Indonesia. Telp. +6285214510590.
Email: achmad_yozar@staff.gunadarma.ac.id.

² Alumni Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti Kampus Dramaga, Bogor 16680.

(* penulis korespondensi)

Diterima Agustus 2017; Disetujui September 2017

ABSTRACT

Stomata is a biological components that largely determines the initial synthesis of organic compounds on physiological processes through the plant life cycle. The aim of this research was to study the different of stomata among plants C3, C4 and Crassulacean Acid Metabolism (CAM). This research was conducted at Microtechnique Laboratory of Agronomy and Horticulture Department, Agriculture Faculty, Bogor Agricultural University (IPB). The stomata preparations method by replica or mold method. The parameters that observed are number of stomata (for percentage of open and closed stomata) on the abaxial and adaxial layers of the leaves at magnification (40x10) diameter and stomatal density. The results showed that shading soybean plants had stomata density and number of opened stomata was high compared with soybean without shading C3 plants have high stomatal density and almost every plant species had opened stomata, whereas Crassulacean Acid Metabolism (CAM) plants have lower than others in densities in closed stomata conditions.

Keywords: C3, C4, CAM, stomata.

PENDAHULUAN

Stomata atau mulut daun memiliki celah yang dikelilingi oleh dua sel penjaga yang terletak di daun. Sel penjaga merupakan sel-sel epidermis yang telah

termodifikasi bentuk dan fungsinya untuk mengatur besarnya lubang-lubang yang ada diantaranya (Kartasaputra 1998). Stomata dapat ditemukan pada permukaan tanaman bagian daun, batang, dan akar namun paling banyak terdapat pada

daun. Stomata memiliki peran sebagai tempat pertukaran gas pada tumbuhan, sedangkan sel penjaga berfungsi mengatur, membuka dan menutupnya stomata. Stomata umumnya akan membuka di siang hari, sebagai jalan masuknya CO₂ yang digunakan untuk fotosintesis pada siang hari dan menutupnya akan berlangsung bertahap menjelang sore hari. Stomata bertugas sebagai jalan pertukaran gas CO₂, O₂ dan H₂O pada saat fotosintesis, respirasi dan transpirasi. Palit (2008) menyatakan kutikula merupakan tempat berlangsungnya transpirasi selain stomata, akan tetapi transpirasi melalui stomata lebih banyak terjadi daripada melalui kutikula epidermis.

Umumnya jenis pohon angiospermae daunnya memiliki stomata pada permukaan bawah, yang diketahui sebagai hipostomatus (Wilkinson 1979). Pada daun tanaman yang habitatnya di perairan, stomata hanya ditemukan pada permukaan atas daun, pada tanaman lainnya stomata dapat dijumpai pada kedua permukaannya. Stomata menutup lebih cepat apabila tanaman ditempatkan di

ruang gelap. Proses membuka dan menutupnya stomata dipengaruhi jenis tanaman itu sendiri yang berkaitan dengan proses metabolisme tanaman. Salisbury dan Ross (1995) mengungkapkan beberapa faktor yang mempengaruhi membuka dan menutupnya stomata diantaranya: 1) Faktor eksternal, seperti intensitas cahaya matahari, konsentrasi CO₂ dan asam absisat (ABA). Cahaya matahari merangsang sel penutup menyerap ion K⁺ dan H₂O, mengakibatkan stomata akan membuka di pagi hari. Konsentrasi CO₂ yang rendah di dalam daun mengakibatkan stomata menjadi membuka. 2) Faktor internal, yaitu jam biologis merangsang serapan ion di pagi hari menyebabkan stomata membuka, pada malam hari terjadi pembebasan ion sehingga stomata menutup. Fotosintesis yaitu proses yang terjadi pada tumbuhan berklorofil, yang merubah energi sinar matahari menjadi energi kimia (ATP dan NADPH). Energi kimia digunakan untuk fotosintesa karbohidrat dari air dan karbon dioksida (Devlin 1975). Pada proses fotosintesis laju fotosintesis dipengaruhi oleh

membuka dan menutupnya stomata, karena berhubungan dengan proses pemakaian CO₂, sebagai bahan dasar proses fotosintesis. Fotosintesis terjadi karena adanya CO₂ yang masuk ke dalam daun. CO₂ yang masuk ke daun melalui stomata menyebabkan frekuensi stomata pada daun mampu meningkatkan proses fotosintesis (Sa'diyah 2009).

Tanaman dibedakan berdasarkan perbedaan fiksasi karbondioksida menjadi tiga golongan tanaman, yaitu tanaman C₃, C₄, dan CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*). Umumnya tanaman C₄ dan CAM lebih adaptif di daerah panas dan kering dibandingkan dengan tanaman C₃. Pada dasarnya tanaman C₃ lebih adaptif pada kondisi kandungan CO₂ atmosfer tinggi. Contoh tanaman C₃ adalah, leguminosae, durian, dan aglonema. Tanaman C₃ dan C₄ dibedakan oleh cara mengikat CO₂ dari atmosfer dan produk awal yang dihasilkan dari proses asimilasi. Pada tanaman C₃, RuBP (substrat untuk pembentukan karbohidrat dalam proses fotosintesis) juga dapat mengikat O₂ pada saat yang

bersamaan sebagai fotorespirasi. Jika konsentrasi CO₂ di atmosfer ditingkatkan, hasil dari kompetisi antara CO₂ dan O₂ akan lebih menguntungkan CO₂, sehingga fotorespirasi terhambat dan asimilasi akan bertambah besar (Taiz & Zeiger 2002).

Pada tanaman C₄, CO₂ diikat oleh PEP (enzim pengikat CO₂ pada tanaman C₄) yang tidak dapat mengikat O₂ sehingga tidak terjadi kompetisi antara CO₂ dan O₂. Lokasi terjadinya asosiasi awal ini adalah di sel-sel mesofil (sekelompok sel-sel yang mempunyai klorofil yang terletak di bawah sel-sel epidermis daun). CO₂ yang sudah terikat oleh PEP kemudian ditransfer ke sel-sel "*bundle sheath*" (sekelompok sel-sel di sekitar *xylem* dan *phloem*) dimana kemudian pengikatan dengan RuBP terjadi. Karena tingginya konsentrasi CO₂ pada sel-sel *bundle sheath* ini, maka O₂ tidak mendapat kesempatan untuk bereaksi dengan RuBP, sehingga fotorespirasi sangat kecil, PEP mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap CO₂, sehingga reaksi fotosintesis terhadap CO₂ di bawah 100 m mol m⁻² s⁻¹ sangat tinggi, laju

asimilasi tanaman C4 hanya bertambah sedikit dengan meningkatnya CO₂ sehingga, dengan meningkatnya CO₂ di atmosfer, tanaman C3 akan lebih beruntung dari tanaman C4 dalam hal pemanfaatan CO₂ yang berlebihan (Taiz & Zeiger 2002).

Berbeda dengan gerakan stomata yang lazim, stomata tumbuhan CAM membuka pada malam hari, tetapi menutup pada siang hari. Pada malam hari jika kondisi udara kurang menguntungkan untuk transpirasi, stomata tumbuhan CAM membuka, karbon dioksida berdifusi ke dalam daun dan diikat oleh sistem PEP karboksilase untuk membentuk oksaloasetat (OAA) dan malat. Malat lalu dipindahkan dari sitoplasma ke vakuola tengah sel-sel mesofil dan di vakuola asam ini terkumpul dalam jumlah besar. Sepanjang siang hari stomata menutup, karena itu ketersediaan air berkurang, dan malat serta asam organik lain yang terkumpul didekarboksilasi agar mempunyai persediaan karbon dioksida yang langsung akan diikat oleh sel

melalui daur Calvin (Taiz & Zeiger 2002).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 18 Maret 2013 di Kebun Percobaan Leuwikopo dan pengamatan stomata di Laboratorium Mikroteknik Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu masing-masing satu lembar daun tanaman kedelai (*Glycine max (L) Merr.*) varietas Ceneng ditanam tanpa naungan dan daun kedelai varietas Ceneng ditanam di bawah naungan, daun tanaman bromelia, anggrek, anthurium, sansiviera, sirsak, sawo, dracaena dan puring. Alat-alat yang digunakan untuk pengamatan yaitu mikroskop dan kamera digital.

Cara Kerja

Cara pembuatan preparat stomata adalah dengan metode replika/cetakan :

1. Permukaan daun yang akan diamati diolesi cat kuku (kuteks), dibiarkan kering kira-kira 5-10 menit
2. Setelah kering, kuteks dikelupas secara perlahan
3. Hasil cetakan kuteks kemudian diletakkan di atas gelas obyek
4. Selotip bening kemudian dipasangkan diatas cetakan agar cetakan tidak berpindah tempat

5. Gelas obyek diberi label
Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah :

1. Jumlah stomata (terbuka dan tertutup) pada lapisan atas dan bawah daun pada perbesaran (40x10) diameter.
2. Kerapatan stomata.
Rumus berdasarkan penelitian (Lestari, 2006) yaitu Luas bidang pandang = $\frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \times 3.14 \times$

$$0.5^2 = 0.19625 \text{ mm}^2$$

Kerapatan stomata =

$$\frac{\text{jumlah stomata}}{\text{luas bidang pandang}}$$

3. Persentase stomata terbuka didapatkan dari persentase stomata terbuka dibagi dengan jumlah stomata pada bidang pandang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini, meliputi pengamatan jumlah dan kerapatan stomata pada sembilan komoditas yang berbeda. Jumlah stomata total (Tabel 1), tmemperlihatkan secara umum bahwa jumlah stomata di epidermis bagian bawah lebih banyak apabila dibandingkan dengan epidermis pada bagian atas. kondisi ini dijumpai pada semua komoditas. Bahkan pada komoditas

Tabel 1. Jumlah stomata total

Komoditas	Epidermis Atas (Buah)	Epidermis Bawah (Buah)
Bromelia	1.67	7
Sansiviera	4.33	4.67
Sirsak	0	16.33
Kedelai var. Ceneng tanpa naungan	24.44	41.67
Kedelai var. Ceneng dengan naungan	22.67	41.33
Sawo	0	84.17
Anggrek	3	6
Anthurium	-	13
Dracaena	5.67	11
Puring	0	21.67

sirsak, sawo, anthurium dan puring, stomata pada epidermis atas tidak ditemukan pada bidang pandang mikroskop.

Jumlah stomata tertinggi terdapat pada epidermis bawah tanaman sawo. Sedangkan jumlah stomata terendah pada epidermis bawah adalah tanaman anggrek dan pada epidermis atas adalah bromelia. Untuk kedelai tanpa naungan jumlah stomata di epidermis atas maupun bawah lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai yang ditanam dibawah naungan, meski tidak berbeda jauh. Pada kolom yang tidak diisi, data tidak didapatkan.

Pada komoditas yang mempunyai jumlah stomata yang banyak, maka kerapatan stomata

akan meningkat (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat lebih banyak stomata pada bidang pandang yang sama di epidermis bawah.

Kerapatan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan diantaranya yaitu, intensitas cahaya, temperatur, kelembapan dan konsentrasi CO₂ di udara. Kerapatan stomata meningkat pada tanaman yang memiliki laju respirasi yang tinggi dan konsentrasi asam absisat (ABA) yang rendah (Lake & Woodward 2008). Penelitian Woodward (1987) juga mengungkapkan bahwa kerapatan stomata sangat bergantung pada konsentrasi CO₂ yaitu apabila konsentrasi CO₂ mengalami kenaikan, jumlah stomata persatuan

Tabel 2. Kerapatan stomata

Komoditas	Epidermis Atas (buah/mm ⁻²)	Epidermis Bawah (buah/mm ⁻²)
Bromelia	8.49	35.67
Sansiviera	22.08	23.78
Sirsak	0	83.22
Kedelai var. Ceneng tanpa naungan	124.55	212.31
Kedelai var. Ceneng dengan naungan	115.49	210.61
Sawo	0	428.87
Anggrek	15.28	30.57
Anthurium	-	66.24
Dracaena	28.87	56.05
Puring	0	110.4

Keterangan: Pada kolom yang tidak diisi, data tidak dimasukkan ke dalam perhitungan kerapatan stomata.

luas jumlahnya akan lebih sedikit.

Pada intensitas cahaya atau naungan sebesar 50%, kerapatan stomata dapat berkurang hingga 75.11% untuk varietas Ceneng. Hal ini dibuktikan dengan kedelai varietas Ceneng yang ditanam tanpa naungan memiliki kerapatan stomata yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai yang ditanam dibawah naungan. Pada tanaman dengan intensitas cahaya matahari yang cukup, laju transpirasi menjadi meningkat. Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi laju transpirasi diantaranya angin, suhu, dan cahaya yang lebih tinggi pada kondisi tidak ternaungi.

Persentase stomata terbuka menunjukkan jumlah stomata yang terbuka pada masing-masing komoditas saat dilaksanakannya penelitian. Pengambilan sampel dilahan dilaksanakan pada pagi menuju siang hari, sekitar jam 10.00 hingga 11.00 WIB. Terdapat beberapa tanaman yang semua stomata pada epidermis bawah membuka penuh seperti tanaman sirsak dan anthurium. Daun tanaman maupun bawah. Terlihat bahwa stomata pada epidermis bawah lebih

banyak membuka dibandingkan dengan stomata di epidermis atas (Tabel 3). Pada kolom yang tidak diisi, data tidak cukup untuk membuat perhitungan persentase stomata terbuka.

Pada komoditas kedelai, persentase stomata terbuka pada kedelai yang ditanam dibawah naungan lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai yang ditanam tanpa naungan.

Kenaikan persentase stomata terbuka pada tanaman kedelai di kondisi ternaungi sekitar 51-72% lebih banyak daripada yang ditanam tanpa naungan. Sel-sel penutup yang mengelilingi stomata mengendalikan pembukaan dan penutupan stomata. Membuka dan menutupnya stomata dipengaruhi oleh tekanan turgor pada sel penjaga (Fahn 1991). Adapun faktor lainnya yang mempengaruhi membukanya stomata adalah intensitas cahaya, konsentrasi CO₂ baik di dalam dan di sekeliling sel penjaga, temperatur, hormon, dan pH.

Stomata menutup pada saat lingkungan tidak mendukung. Pada kedelai yang ditanam di tempat yang tidak ternaungi, persentase stomata membuka lebih rendah karena laju

Tabel 3. Persentase stomata terbuka

Komoditas	Epidermis Atas (%)	Epidermis Bawah (%)
Bromelia	0	0
Sansiviera	0	0
Sirsak	0	100
Kedelai var. Ceneng tanpa naungan	41.77	47.63
Kedelai var. Ceneng dengan naungan	63.24	82.04
Sawo	-	-
Anggrek	11.11	66.67
Anthurium	-	100
Dracaena	-	-
Puring	0	74.45

transpirasi cukup tinggi pada kondisi di lapangan terbuka. Lebih banyak stomata yang menutup pada kondisi lingkungan tersebut untuk menekan laju transpirasi yang terlalu tinggi dan menyebabkan tanaman cepat layu karena laju penyerapan air dengan transpirasi tidak seimbang hal ini seperti tampak pada gambar 1 dan gambar 2. Namun, penutupan stomata mempunyai efek yang negatif terhadap pemasukkan CO₂, proses fotosintesis dan juga penyerapan air serta hara pada akar (Arve *et al.* 2011).

Stomata yang terletak pada epidermis bawah lebih banyak dibandingkan dengan epidermis atas, dengan begitu laju transpirasi air tidak cepat terjadi yang dapat

menyebabkan tanaman layu pernyataan ini dibuktikan pada Gambar 1 dan 3 yang memiliki jumlah stomata lebih banyak apabila dibandingkan dengan Gambar 2 dan 4 yang jumlahnya lebih sedikit.

Pengamatan perbedaan jumlah stomata pada tanaman C3 diwakili oleh tanaman sirsak, kedelai tanpa naungan, sawo, anthurium dan puring. Sedangkan tanaman CAM diwakili oleh tanaman bromelia, sansiviera, anggrek dan dracaena (Gambar 5, 6, 7 dan 8). Tanaman C3 melakukan proses fotosintesisnya pada siang hari sehingga aktivitas stomata (stomata membuka) tinggi. Hal ini dapat dilihat dari jumlah stomata yang membuka pada lapisan epidermis atas dan bawah. Tanaman sirsak mempunyai jumlah stomata sebesar 16.33 stomata.

Pada tanaman sawo, anthurium dan puring, jumlah stomata berturut-turut pada lapisan epidermis bawah adalah 82.67, 13 dan 15.67 stomata. Sedangkan pada tanaman kedelai, stomata pada lapisan epidermis atas sebanyak 11.55 stomata dan 27.44 stomata pada lapisan epidermis bawah yang memungkinkan terjadinya difusi CO₂ secara maksimum ke dalam daun pada saat stomata terbuka. Howard (1969) jumlah kloroplas kebanyakan sel mesofil mengandung sejumlah besar kloroplas (20 - 100 per sel) tempat berlangsungnya reaksi terang fotosintesis. Setiap millimeter persegi permukaan daun mempunyai kira-kira 100 stomata, tapi jumlah ini dapat mencapai 2230.

Tanaman CAM yang diamati pada penelitian ini adalah tanaman bromelia, sansiviera dan anggrek.

Tanaman CAM merupakan tanaman yang melakukan proses respirasi pada malam hari. Tanaman CAM umumnya tumbuh pada daerah kering. Untuk menghindari hilangnya air tanaman CAM menutup stomata pada siang hari dan membuka pada malam hari serta jumlah stomatanya tidak banyak. Pada data penelitian yang didapat (Tabel 4 dan 5), pada bromelia, sansiviera, dan dracena tidak ada stomata yang membuka.

Jumlah stomata pada sansiviera yang menutup di epidermis atas sebanyak 4.33 stomata dan epidermis bawah 4.67 stomata. Pada tanaman bromelia, stomata pada epidermis atas yang menutup sebanyak 1.67 dan 7 stomata pada lapisan epidermis bawah. Rata-rata jumlah stomata yang menutup pada dracaena ialah 5.67 stomata pada

Tabel 4 : Jumlah stomata terbuka

Komoditas	Epidermis Atas (buah)	Epidermis Bawah (buah)
Bromelia	0	0
Sansiviera	0	0
Sirsak	0	16.33
Kedelai var. Ceneng tanpa naungan	11.55	27.44
Kedelai var. Ceneng dengan naungan	14.33	34
Sawo	-	82.67
Anggrek	0.67	3.67
Anthurium	-	13
Dracaena	-	-
Puring	0	15.67

epidermis atas dan 11 stomata pada lapisan epidermis bawah.

Hasil berbeda ditunjukkan oleh tanaman anggrek. Walaupun termasuk tanaman CAM, anggrek merupakan tanaman fakultatif CAM. Jenis tanaman ini dapat memodifikasi fungsi stomata dan karboksilasinya seperti tanaman C3 pada kondisi kelembaban yang cukup tinggi. Jadi untuk tanaman anggrek kelembaban yang tinggi dapat merubah tanaman tersebut seperti C3. Hal ini dapat dilihat dari data jumlah stomata yang membuka pada lapisan epidermis atas sebesar 0.67 stomata dan 3.67 stomata pada lapisan epidermis bawah. Hasil stomata tertutup pada daun bagian atas maupun bawah tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Secara mikroskopis, stomata

pada tanaman anggrek terlihat pada Gambar 9 dan 10. Jumlah stomata pada daun lapisan epidermis atas dan bawah terlihat ada perbedaan. Pada luas pandang yang sama, terlihat jumlah maupun persentase stomata menunjukkan lapisan epidermis bawah lebih banyak.

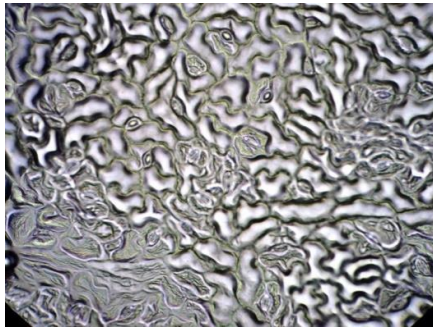
Spesies tumbuhan CAM mengikat CO₂ menjadi asam beratom C4 dengan PEP karboksilase seperti spesies tumbuhan C4, hal ini terjadi pada malam hari pada saat stomata terbuka dan energi yang diperlukannya diperoleh melalui proses glikolisis. Radiasi matahari menyebabkan penutupan stomata dan penyinaran daun; energi cahaya ini digunakan untuk menjalankan daur Calvin, yaitu dengan mengambil CO₂ dari asam beratom

Tabel 5 : Jumlah stomata tertutup

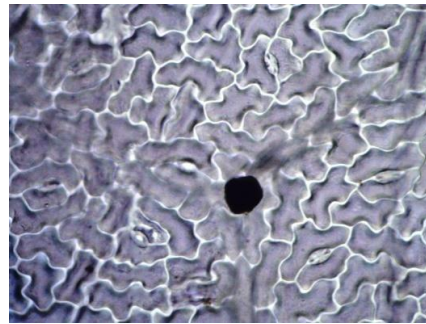
Komoditas	Epidermis Atas (buah)	Epidermis Bawah (buah)
Bromelia	1.67	7
Sansiviera	4.33	4.67
Sirsak	0	0
Kedelai var. Ceneng tanpa naungan	7	7.33
Kedelai var. Ceneng dengan naungan	8.33	7.33
Sawo	-	-
Anggrek	2.33	2.33
Anthurium	-	-
Dracaena	5.67	11
Puring	-	9

C4 seperti pada reaksi di dalam sel-sel seludang ikatan pembuluh spesies C4. Kloroplas tumbuhan CAM lebih mirip dengan kloroplas spesies C3 (Gardner *et al.*, 1990). Mekanisme CAM menyebabkan tanaman mampu memaksimalkan WUE (*Water Use Efficiency*) sekitar

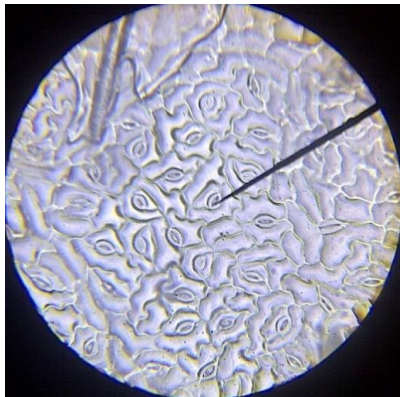
50 - 100 g air/g CO₂ sedangkan tanaman C4 sekitar 250 hingga 300 g air/g CO₂ dan tanaman C3 sekitar 400 - 500 g air/g CO₂ (Purwoko, 2005). Kondisi ini yang menyebabkan sedikitnya jumlah stomata yang ditemukan pada tanaman tersebut.



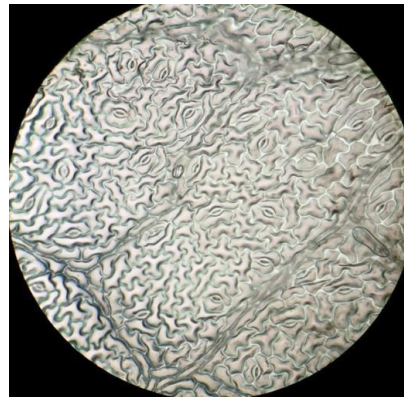
Gambar 1. Kenampakan stomata pada epidermis bawah pada kedelai var. Ceneng dengan naungan



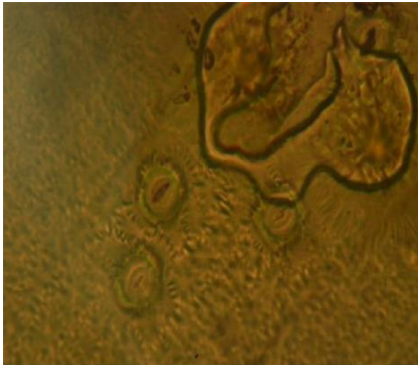
Gambar 2. Kenampakan stomata pada epidermis atas pada kedelai var. Ceneng dengan naungan



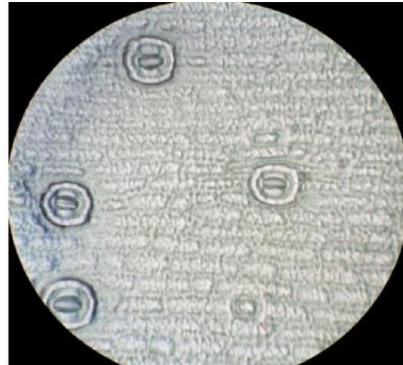
Gambar 3. Kenampakan stomata pada epidermis bawah pada kedelai var. Ceneng tanpa naungan



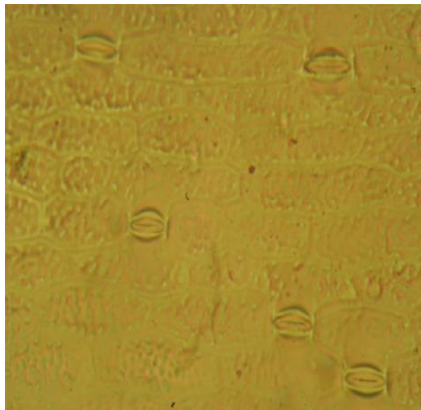
Gambar 4. Kenampakan stomata pada epidermis atas pada kedelai var. Ceneng tanpa naungan



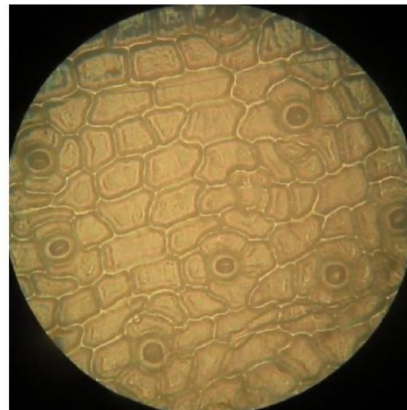
Gambar 5. Kenampakan stomata pada epidermis bawah pada tanaman *Bromelia* sp



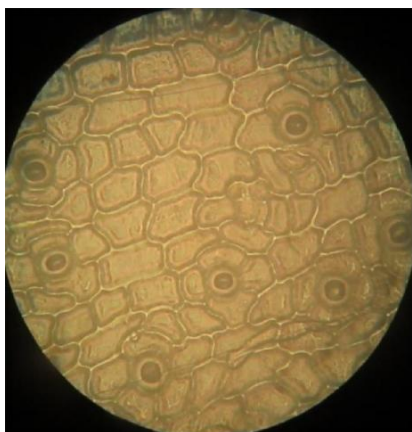
Gambar 6. Kenampakan stomata pada epidermis bawah pada tanaman *Sansivieria* sp.



Gambar 7. Kenampakan stomata pada epidermis bawah pada tanaman *Dracaena* sp.



Gambar 8. Kenampakan stomata pada epidermis bawah pada kedelai var. Ceneng tanpa naungan



Gambar 9. Kenampakan stomata pada epidermis bawah pada tanaman anggrek



Gambar 10. Kenampakan stomata pada epidermis atas pada tanaman anggrek

KESIMPULAN

1. Tanaman kedelai dengan naungan memiliki kerapatan stomata dan jumlah stomata membuka lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kedelai tanpa naungan
2. Tanaman golongan C3 memiliki kerapatan stomata yang lebih tinggi dan hampir setiap spesies tanaman memiliki stomata yang membuka, sedangkan tanaman golongan CAM memiliki kerapatan stomata yang rendah dan semua stomatanya menutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Arve LE, Torre S, Olsen JE and Tanino KK. 2011. *Stomatal Responses to Drought Stress and Air Humidity, Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations*, Prof. Arun Shanker (Ed.), ISBN: 978-953-307-394-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/abiotic-stress-in-plants-mechanisms-and-adaptations/stomatal-responses-to-drought-stress-and-air-humidity>.
- Devlin, Robert M. 1975. *Plant Physiology* Third Edition. New York (US): D. Van Nostrand.
- Fahn A. 1991. *Anatomi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1990. *Physiology of Crop Plant*. Ames (US): Iowa State Univ Pr.
- Howard, R.A., 1969. The Ecology of an Elfin Forest in Puerto Rico 1. Studies of Steam Growth and Form and Leaf Structure. *J. Arnold Arbor.* 50: 225-267.
- Kartasaputra, A.G. 1998. *Pengantar Anatomi Tumbuh-tumbuhan, tentang sel dan jaringan*. Bina Aksara. Jakarta.
- Lake JA, Woodward FI. 2008. Response of stomatal numbers to CO₂ and humidity: control by transpiration rate and abscisic acid. *New Phytologist* 179: 397-404
- Lestari, E. G. 2006. Hubungan antara Stomata dengan Ketahanan Kekeringan pada Somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. *Biodiversitas* 7(1): 44-48.
- Palit, J. 2008. Teknik Penghitungan Jumlah Stomata Beberapa Kultivar Kelapa. *Buletin Teknik Pertanian* Vol. 13. No. 1, 2008. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/bt131083.pdf>
- Purwoko, B. S. 2005. *Fotosintesis. Handbook Fisiologi Tanaman Lanjut*. Departemen Budidaya Pertanian. IPB. Bogor.
- Sa'diyah N. 2009. Korelasi Kandungan Klorofil dan Frekuensi Stomata Antar Anak Daun Sebagai Kriteria Seleksi Tidak Langsung Terhadap Hasil Kedelai. *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada masyarakat*, Unila. Lampung.
- Salisbury, T.B., Ross, C.W. 1995. *Plant Physiology*. Terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono. Jilid I, II dan III. ITB Bandung.

Taiz L, Zeiger E. 2002. *Plant Physiology*. New York(US): The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc.

Wilkinson, H.P., 1979. The Plant Surface (mainly leaf) Page 97-117 in C.R. Metclafe and L. Chalk (eds), *Anatomy of the Dicotyledons*, Vol. 1 Clarendon Press, Oxford.

Woodward, F.I., 1987. Stomata Numbers are Sensitive to Increase in CO₂ from Pre-

industrial levels. *Nature* 327: 617-618.