

Bentuk, Ukuran dan Kerapatan Stomata Daun dari Lima Varietas Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

*Shape, Size and Density of Five Leaves Stomata of The Arabica Variety Coffee (*Coffea arabica* L.)*

Sakiroh Sakiroh^{1*)} dan Asif Aunillah¹

¹Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
^{*)}Penulis untuk korespondensi: Saky1605@gmail.com

Sitasi: Sakiroh S, Aunillah A. 2020. Shape, size and density of five leaves stomata of the arabica variety coffee (*Coffea arabica* L.). In: Herlinda S *et al.* (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. 940-947. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

Stomata is a tiny hole on the epidermis cells on stem or leaf. The function of stomata is to regulate water loss during transpiration and absorption of CO₂ process, as well as in the photosynthesis process. This research was aimed to determine the stomata shape, size and density on the leaves of 5 arabica coffee varieties. The experiment used a completely randomized design, with five varieties of Arabica coffee namely Kartika 1, Kartika 2, S 795, Sigarar Utang, and Kopyol Bali. The results showed that the shape of stomata on seven varieties of coffee were all parasitic having 2 stomata guard cells. Based stomata density, Sigarar Utang and S 795 variety are more resistant to drought than the others. This variety can also be used for land conservation.

Keywords: drought tolerant, guard cell, parasitic

ABSTRAK

Stomata merupakan lubang kecil pada sel epidermis daun atau batang yang berfungsi sebagai pengatur hilangnya air melalui proses transpirasi maupun penyerapan CO₂ selama proses fotosintesis berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk, ukuran dan kerapatan stomata daun dari 5 varietas kopi arabika. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap, dengan lima varietas tanaman kopi arabika yaitu Kartika 1, Kartika 2, S 795, Sigarar Utang, dan Kopyol Bali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk stomata secara morfologi pada lima varietas kopi termasuk tipe stomata parasitik yang mempunyai 2 sel penjaga. Berdasarkan kerapatan stomata, varietas yang lebih tahan terhadap kekeringan adalah varietas S 795 dan Sigarar Utang. Varietas ini bisa juga digunakan untuk konservasi lahan.

Kata kunci: parasitik, sel penjaga, tahan kekeringan

PENDAHULUAN

Stomata merupakan lubang kecil terletak di antara sel-sel epidermis pada permukaan batang atau daun yang berfungsi sebagai pengatur hilangnya air melalui proses transpirasi maupun penyerapan CO₂ selama proses fotosintesis berlangsung (Sukmawati *et al.*, 2015). Aktivitas fotosintesis sangat dipengaruhi oleh proses pembukaan dan penutupan stomata, ketersediaan air, penyinaran matahari, suhu dan kelembaban udara yang mendukung terjadinya proses transpirasi. Selain melalui stomata, transpirasi juga dapat berlangsung

Editor: Siti Herlinda *et. al.*

ISBN: 978-979-587-903-9

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

melalui lapisan kutikula. Transpirasi melalui stomata lebih banyak dibanding melalui kutikula (Izza *et al.*, 2015). Stomata merupakan komponen dari sel-sel epidermis daun, memiliki lubang-lubang kecil yang berbentuk khas dan dikelilingi oleh dua sel epidermis khusus yang dinamakan sel penutup yang telah mengalami modifikasi bentuk maupun fungsinya yang dapat mengatur ukuran lubang-lubang yang terdapat diantaranya (Pharmawati *et al.*, (2008); Taluta *et al.*, (2017).

Mekanisme menutup dan membuka stomata tergantung pada tekanan turgor sel tanaman, atau karena perubahan konsentrasi karbondioksida, berkurangnya cahaya dan hormon asam absisat (Kufa dan Burkhardt, 2011). Oleh karena itu membuka dan menutupnya stomata tergantung pada tekanan turgor dari sel-sel penjaga. Jika sel penjaga mempunyai tekanan turgor maka stomata membuka dan pada saat tekanan turgor berkurang maka stomata menutup (Taluta *et al.*, 2017). Kondisi lingkungan varietas kopi yang berubah-ubah, menjadikan stomata menyesuaikan dengan kondisi lingkungan. Stomata diperlukan pada saat adaptasi, fisiologi dan produktivitas tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stomata berperan dalam proses asimilasi tanaman pada saat mengalami kekeringan (Haryanti, 2010). Mekanisme membuka dan menutup stomata pada tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan sangat efektif sehingga jaringan tanaman dapat menghindari kehilangan air melalui penguapan (Hidayati *et al.*, 2017).

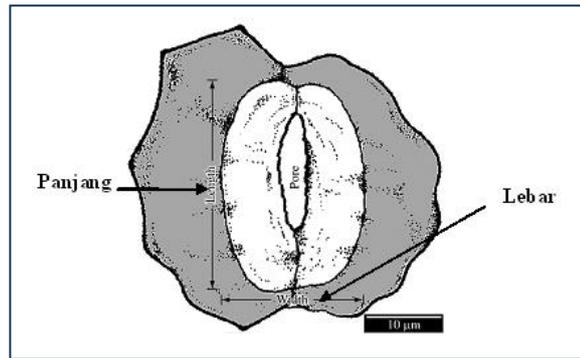
Pengetahuan kerapatan dan bentuk stomata kopi penting untuk dilakukan karena berhubungan dengan faktor lingkungan tumbuh dan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk, ukuran dan kerapatan stomata daun dari 5 varietas kopi arabika. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan terhadap kekeringan 5 varietas kopi arabika berdasarkan karakteristik stomatanya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2013 di Laboratorium Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri). Bahan tanaman yang digunakan adalah kopi arabika varietas Kartika 1, Kartika 2 dan S 795, Sigarar Utang (umur tanaman 21 bulan), dan Kopyol Bali (umur tanaman 14 bulan) yang ditanam di bawah naungan kelapa salak di Kebun Percobaan Pakuwon Parungkuda pada ketinggian tempat 450 m dpl dengan jenis tanah Latosol dan tipe iklim B1 (Oldeman).

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 varietas kopi arabika. Masing-masing perlakuan menggunakan satu daun dari 4 sampel tanaman (4 kali ulangan). Untuk mengetahui parameter yang diamati digunakan uji BNJ dengan tingkat signifikan 5%.

Pengambilan sampel daun kopi arabika tujuh varietas dilakukan antara pukul 08.00 - 10.00 WIB. Daun ketiga dari ujung tunas masing-masing varietas diambil sebanyak satu helai daun per pohon. Daun dibersihkan dengan tisu yang telah dibasahi oleh air dilanjutkan mengoleskan cairan pewarna kulit (kuteks) bening pada sisi bawah daun dan atas daun, dibiarkan sekitar 10 menit hingga kuteks kering. Selanjutnya, lapisan kuteks yang telah mengering ditarik tipis dengan bantuan pinset secara hati-hati, lalu diletakkan di atas kaca objek dan ditutup dengan gelas penutup. Sampel diamati dengan menggunakan mikroskop kompond (Zeiss plan-Achromat) pada pembesaran 100 kali dan 400 kali kemudian dihitung jumlah stomata pada bidang pandang $1000 \times 500 \mu\text{m}$ ($0,5 \text{ mm}^2$). Parameter yang diamati meliputi bentuk stomata, pengukuran panjang stomata dan lebar stomata dan kerapatan stomata. Pengukuran panjang dan lebar sel stomata dilakukan dengan cara mengukur panjang dan lebar sel penjaga seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Panjang dan lebar sel stomata untuk pengukuran sel stomata
 (Sumber: Pompelli, 2010)

HASIL

Bentuk stomata kopi

Berdasarkan hasil pengamatan pada lima varietas tanaman kopi Kartika 1, Kartika 2, S 795, Sigarar Utang dan Kopyol Bali (Gambar 2). Pengamatan pada pagi hari (pukul 08.00-10.00 WIB) memperlihatkan stomata dalam keadaan terbuka.

Ukuran stomata

Ukuran panjang dan lebar stomata pada daun lima varietas kopi arabika disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran panjang dan lebar stomata 5 varietas kopi arabika pada permukaan daun bagian bawah

Varietas kopi arabika	Panjang stomata (µm)		Lebar stomata (µm)	
	Kisaran	Rata-rata	Kisaran	Rata-rata
Kartika 1	23,53-34,33	29,13 b	12,13-19,28	16,46 a
Kartika 2	22,22-39,92	27,98 b	9,37-18,58	13,75 bc
S 795	23,83-36,48	35,38 a	9,27-19,63	16,05 ab
Kopyol Bali	23,92-27,32	25,66 b	14,26-15,57	15,48 ab
Sigarar Utang	22,51-24,05	23,48 b	10,52-12,80	11,48 c

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.

Ukuran panjang dan lebar stomata pada daun lima varietas kopi arabika disajikan pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang stomata S 795 berbeda nyata dengan varietas Kartika 1, Kartika 2, Kopyol Bali, Sigarar Utang. Lebar stomata Kartika 1 dan Sigarar Utang berbeda nyata. Stomata terpanjang adalah pada varietas S795 dan terlebar adalah stomata Kartika 1.

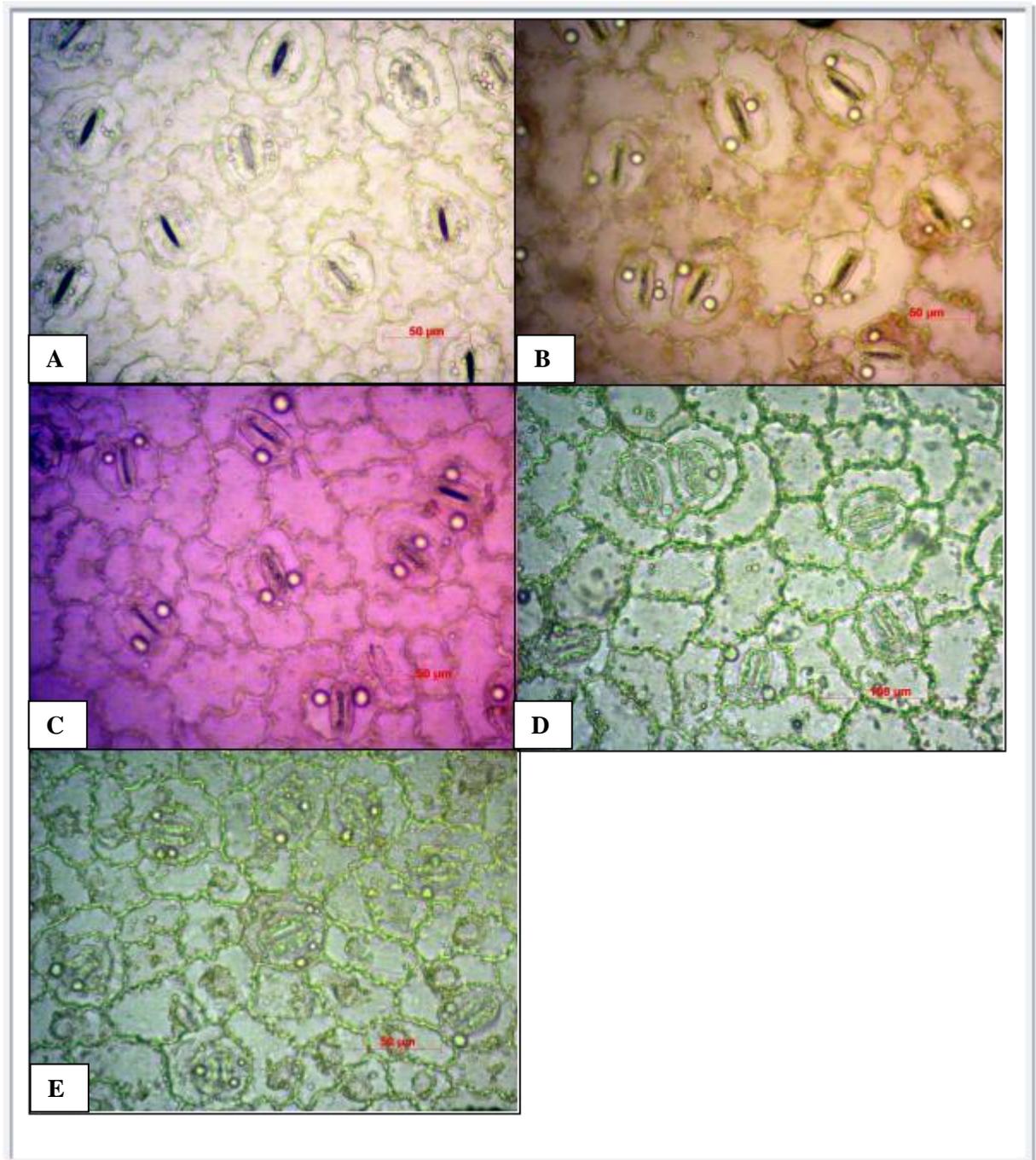
Kerapatan stomata

Hasil pengamatan kerapatan stomata permukaan bawah daun pada 5 varietas kopi arabika Kartika 1, Kartika 2, S 795, Sigarar Utang, dan Kopyol Bali dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengamatan kerapatan stomata daun permukaan bawah pada 5 varietas kopi arabika Kartika 1, Kartika 2, S795, Sigarar Utang, dan Kopyol Bali dapat dilihat pada Tabel 2. Kerapatan stomata varietas Kopyol Bali sangat berbeda nyata dengan varietas Kartika 1, Kartika 2, S 795 dan Sigarar Utang.

Tabel 2. Kerapatan stomata 5 varietas kopi arabika pada permukaan daun bagian bawah

Varietas Kopi Arabika	Kisaran Kerapatan Stomata (per 0,5 mm ²)	
	Kisaran	Rata-rata
Kartika 1	74-99	87,62 b
Kartika 2	74-94	83,83 bc
S 795	64-91	76,88 c
Kopyol Bali	102-134	113,58 a
Sigarar Utang	61-94	80,12 c

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.



Gambar 2. Bentuk stomata dengan perbesaran 400 kali pada 5 varietas kopi di KP. Pakuwon (A) Kartika 1 (B), Kartika 2 (C), S 795 (D), Sigarar Utang dan (E), Kopyol Bali

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN: 978-979-587-903-9

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

PEMBAHASAN

Bentuk stomata kopi

Berdasarkan pengamatan pada lima varietas tanaman kopi (Gambar 2), setiap stomata mempunyai dua sel penjaga. Bentuk stomatanya termasuk tipe stomata parasitik (*Rubiaceous*). Pada tipe ini setiap sel penutup didampingi oleh satu atau lebih sel tetangga yang letaknya sejajar dengan stomata (Morais *et al.*, (2004); Haryanti (2010).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada 5 varietas kopi tidak terdapat stomata pada sel-sel epidermis daun bagian atas. Ini sesuai dengan penelitian Mishra *et al.*, 2011 yang mendapatkan stomata dibagian bawah daun kopi. Pada tanaman umumnya stomata lebih banyak terdapat pada permukaan daun bagian bawah, bahkan pada beberapa tumbuhan, stomata tidak terdapat pada permukaan bawah daun dan ada stomata di kedua permukaan daunnya (Haryanti, 2010). Sebagian besar angiospermae stomata daun banyak terdapat pada permukaan bawah disebut hipostomatus (Wilkins, 1991).

Sel penjaga pada stomata daun kopi berbentuk ginjal berjumlah 2 sel dengan sel tetangga sejajar (pararel) sepanjang sumbu sel penjaga. Mekanisme membuka dan menutupnya stomata dipengaruhi oleh kedua sel penjaga yang memiliki tekanan turgor. Proses membuka dan menutupnya stomata dipengaruhi oleh cahaya. Sel penutup mengandung amilum, dengan konsentrasi lebih tinggi pada malam hari dibandingkan siang hari karena telah berubah menjadi glukosa setelah proses fotosintesis. Adanya cahaya membangkitkan peran klorofil untuk fotosintesis, sehingga kadar CO₂ dalam sel tersebut menurun (mereduksi menjadi CH₂O). Meningkatnya osmose menyebabkan air masuk dari sel tetangga ke sel penutup, bertambahnya volume menyebabkan turgor meningkat, sehingga mendorong terbukanya porus stomata (Salisbury dan Ross, 1995).

Ukuran stomata

Ukuran stomata pada satu spesies ada yang sama dan ada yang bervariasi. Ukuran stomata berkaitan dengan proses transpirasi dan adaptasi tumbuhan. Hal tersebut sejalan dengan Lestari (2015) yang mengungkapkan bahwa ukuran dan kerapatan stomata berkaitan dengan ketahanan terhadap cekaman air dimana tanaman dianggap tahan terhadap cekaman kekeringan yang mempunyai kerapatan stomata lebih rendah dan menjadi berkurang panjang dan lebarnya. Sedangkan menurut Haryanti (2010) pada daerah panas stomata harus mengurangi lebarnya guna mengurangi penguapan air, sebaliknya pada daerah teduh atau ternaungi stomata lebih membuka. Hasil penelitian Perwati (2009) stomata adalah salah satu faktor penentu yang mempengaruhi efisiensi penggunaan air dan stomata yang lebar lebih lambat merespon terhadap dehidrasi. Efisiensi pembukaan stomata untuk pertukaran CO₂ dan proses transpirasi tidak hanya ditentukan oleh lebar pembukaan stomata namun juga kerapatan stomata.

Panjang dan lebar stomata berhubungan dengan penyerapan CO₂, pori stomata akan menyerap CO₂ lebih banyak karena panjang pori stomata berhubungan dengan lebar pori stomata, yaitu apabila stomata terbuka sel penutup hanya melebar dan panjang stomata dalam keadaan tetap saat stomata membuka (Taluta *et al.*, 2017). Dalam proses difusi CO₂ ke dalam jaringan daun, stomata yang membuka lebih kecil difusi CO₂ lebih rendah dibanding pada daun yang stomatanya membuka lebih besar.

Kerapatan stomata

Kerapatan stomata tanaman sangat bervariasi tergantung dari kondisi lingkungan dan genetik. Ketersediaan air, intensitas cahaya, dan konsentrasi gas CO₂ berpengaruh terhadap proses membuka-menutup pada stomata. Menurut Sholikhah *et al.*, (2015)

kerapatan stomata dalam satuan luas menunjukkan berapa jumlah stomata pada daun tersebut. Perbedaan jumlah stomata ini kemungkinan besar karena pengaruh perbedaan faktor genetik lebih dominan daripada faktor lingkungan. Menurut Sakiroh dan Ibrahim (2020); Meriko dan Abizar, (2017) bahwa jumlah dan ukuran stomata dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan.

Dalam satu spesies kopi arabika kultivar IPR 99 di Brazil, jumlah kerapatan stomatanya bervariasi mulai dari 138,37-208,44 stomata/mm² tergantung dari jenis penanungnya (Morais *et al.*, 2004). Salisbury dan Ross (1995) menambahkan jumlah tersebut dapat mencapai sepuluh kali lipat dan maksimum berjumlah 2230 sel tergantung spesiesnya. Salah satu fungsi utama stomata adalah sebagai pengatur penguapan air melalui proses transpirasi. Selain itu, frekuensi membuka-menutup stomata sangat berkaitan dengan ketahanan terhadap kekeringan. Pada tanaman nyamplung menunjukkan ukuran dan kerapatan stomata berkaitan dengan ketahanan terhadap kekeringan (Hidayati *et al.*, 2017). Tanaman yang memiliki kerapatan stomata tinggi akan memiliki laju transpirasi yang lebih tinggi daripada tanaman dengan kerapatan stomata yang rendah (Saparso *et al.*, 2019) sejalan dengan hasil penelitian Widiarti *et al.*, (2017) bahwa ukuran stomata dan kerapatan stomata berkaitan dengan ketahanan terhadap cekaman air. Berdasarkan table 2, kerapatan stomata yang rendah ditemukan pada varietas S795 dan Sigarar Utang. Ini menunjukkan bahwa varietas S795 dan Sigarar Utang lebih mampu bertahan pada kondisi kekeringan dengan cara mencegah terjadinya penguapan air melalui proses transpirasi dibandingkan dengan varietas lainnya. Hasil penelitian Rokhmah dan Supriadi (2015) tanaman kopi robusta dengan jumlah stomata lebih sedikit lebih mampu beradaptasi dengan daerah yang kering. Jumlah stomata yang lebih sedikit akan menyebabkan kehilangan air akibat transpirasi semakin kecil.

Varietas S 795 merupakan varietas yang mampu beradaptasi pada kondisi lahan marginal (Hulupi, 2008). Sebab Varietas S 795 tidak layu dan mampu mempertahankan relatif banyak daun, sampai jeluk tanah 100 cm pada kisaran lengas tanah 199.25-780.33 mm m⁻¹. Sedangkan pada varietas Kartika 2 daunnya tinggal sedikit dan relatif gundul pada kisaran lengas tanah 145.57-57-576.81 mm m⁻¹ (Erwiyono dan Wibawa, 2006). Banyak faktor yang mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap kekeringan diantaranya kecenderungan untuk memperlambat dehidrasi seperti absorpsi air permukaan secara efisien dan sistem konduksi air, luas permukaan daun dan strukturnya (Levit, 1951). Tetapi pada kondisi kekurangan air dan intensitas cahaya tinggi, tanaman akan melakukan modifikasi anatomi daun berupa kerapatan stomata lebih tinggi, sel yang berada disekitar lebih kecil ukurannya dan daun menjadi lebih tebal (Suherman dan Kurniawan (2015); Kufa and Burkhardt (2011); Morais *et al.*, (2004).

Kementerian Pertanian (2010) merekomendasikan penggunaan kopi arabika varietas Sigara Utang dalam program perluasan areal kopi arabika di Indonesia. Rekomendasi ini didasarkan pada beberapa keunggulan kopi Sigarar Utang, yaitu: (1) sudah diakui dengan keputusan Menteri Pertanian, (2) umur panen pendek, hanya sekitar 18 bulan setelah tanam, (3) tanaman kecil atau kate (*dwarf coffee*), memungkinkan ditanam dengan populasi banyak, (4) produktivitas relatif tinggi, dan (5) dapat ditanam mulai ketinggian 700 m di atas permukaan laut. Strategi Konservasi Lahan di Sumatera Utara (Saragih, 2013).

KESIMPULAN

Bentuk stomata lima varietas kopi arabika termasuk tipe stomata parasitik yang mempunyai dua sel penjaga. Berdasarkan kerapatan stomata pada lima varietas kopi, varietas yang lebih tahan terhadap kekeringan adalah varietas S795 dan Sigarar Utang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Dibyو Paranowo atas bimbingannya hingga terselesaikannya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Erwiyon R, Wibawa A. 2006. Hubungan antara jeluk penetapan lengas tanah dan turgiditas tanaman kopi di beberapa agroklimat yang berbeda. *Jurnal Tanah Tropika*. 13 (2): 111-122.
- Haryanti S. 2010. Jumlah dan distribusi stomata pada daun beberapa spesies tanaman dikotil dan monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 18 (2): 21-28.
- Hidayati N , Hendrati RL , Triani A dan Sudjino. 2017. Pengaruh kekeringan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman nyamplung (*Callophylum inophyllum* L.) dan johar (*Cassia florida* Vahl.) dari provenan yang berbeda. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 11 (2):99-111.
- Hulupi R. 2008. Pemuliaan ketahanan tanaman kopi terhadap nematoda parasit. *Review Penelitian Kopi dan Kakao*. 24 (1): 16-34.
- Izza F, Laily AN. 2015. Karakteristik stomata tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) dan hubungannya dengan transpirasi tanaman di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. Pendidikan Biologi, Pendidikan Geografi, Pendidikan Sains, PKLH – FKIP UNS.
- Kementerian Pertanian RI. 2010. *Pedoman umum pelaksanaan pengembangan/rehabilitasi kopi organik (specialty) tahun 2010*. Kementerian Pertanian RI.
- Kufa T, Burkhardt J. 2011. Stomatal characteristics in arabica coffee germplasm accessions under contrasting environments at Jimma, Southwestern Ethiopia. *International Journal of Botany*. 7: 63-72.
- Lestari, E.G. 2015. Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somaklon padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. *Biodiversitas*. 7(1): 44-48.
- Levit J. 1951. Frost, drought and heat resistance. *Annual Review of Plant Physiology*. 2: 245-268.
- Meriko L, Abizar. 2017. Struktur stomata daun beberapa tumbuhan kantong semar (*Nepenthes* spp.). *Berita Biologi Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*. 16(3); 325-330.
- Mishra MK, Dadmajyothi P, Nayani SP, Munikoti SS, Chelukunda SS, Jayarama. 2011. Variability in stomatal feature and leaf venation pattern in Indian coffee (*Coffea arabica* L.) cultivars and their functional significance. *Botanica Serbica*. 32(2) : 111-119.
- Morais H, Medri ME, Marrur CJ, Caramori PH, Ribeiro AMA, Gomes JC. 2004. Modification on leaf natomy og *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Brazilian Archiveas of biology and Technology*. 47(6): 863-871.
- Pailit J. 2008. Teknik perhitungan jumlah stomata beberapa kultivar kelapa. *Buletin Teknik Pertanian*. 13(1): 9-12
- Perwati LK. 2009. Analisis derajat ploidi dan pengaruhnya terhadap variasi ukuran stomata dan spora pada *Adiantum raddianum*. *Bioma*. 11 (2): 39-44.
- Pharmawati M, Defiani MR, Arpiwi NL. 2008. CA2+ intraseluler terlibat dalam mekanisme pembukaan stomata akibat pengaruh auxin. *Jurnal Biologi*. 12 (1):19-22

- Pompelli MF, Martins SCV, Celin EF, Ventrella MC, Damatta, FM. 2010. What is the influence of ordinary epidermal cells and stomata on the leaf plasticity of coffee plants grown under full-sun and shady conditions?. *Braz. J. Biol.* 70 (4): 1083-1088.
- Rokhmah DN, Supriadi H. 2015. Karakteristik stomata beberapa klon kopi robusta. *Warta Penelitian dan pengembangan Tanaman Industri.* 21(3):20-24.
- Sakiroh, Ibrahim MSD. 2020. Karakterisasi morfologi, anatomi, dan fisiologi tujuh klon unggul kopi robusta. *J. TID.* 7(2): 73-82.
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. *Fisiologi tumbuhan jilid 3.* R. Lukaman dan Sumaryono, penerjemah. Terjemahan dari : Plant Physiology 4th edition. Bandung : Penerbit ITB.
- Saparso, Sudarmaji A, Ramadhani Y, Wijonarko BR, Utami OR. 2019. Karakter fisiologi dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassica oleraceae* L.) pada berbagai konsentrasi pupuk nitrogen dalam sistem fertigasi tetes di lahan pasir pantai. *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX"* : Purwokerto, 19-20 November 2019. p. 34-44.
- Saragih, J.R. 2013. Sistem usahatani kopi arabika berpelindung sebagai strategi konservasi lahan di sumatera utara. *Sarasehan untuk Peringatan Hari Penanggulangan Degradasi Lahan dan Kekeringan se Dunia*; Forum DAS Asahan-Toba bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Universitas Simalungun, 17 Juni 2013.
- Sholikhah U, Munandar DA, Andri S P. 2015. Karakter fisiologis klon kopi robusta BP 358 pada jenis penaung yang berbeda. *Agrovigor Volume.* 8 (1):58-67
- Suherman dan Kurniawan E. 2015. Keragaman stomata daun kopi pada berbagai pohon penaung sistem agroforestri. *Jurnal Galung Tropika,* 4 (1):1-6
- Sukmawati T, Fitrihidajati H, Indah NK. 2015. Penyerapan karbon dioksida pada tanaman hutan kota di Surabaya. *LenteraBio.* 4 (1): 108–111.
- Taluta HE, Rampea HL, Rumondora MJ. 2017. Pengukuran panjang dan lebar pori stomata daun beberapa varietas tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Mipa Unsrat Online.* 6 (2): 1-5. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo> [Diakses 08 Oktober 2020].
- Widianti P , Violita V, Chatri M. 2017. Luas dan indeks stomata daun tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas cisokan dan batang piaman akibat cekaman kekeringan. *Bioscience* 1(2) : 77-86.
- Wilkins MB. 1991. *Fisiologi Tanaman I.* Jakarta: PT Bina Aksara Jakarta.