

KARAKTERISTIK STOMATA BERDASARKAN ESTIMASI WAKTU DAN PERBEDAAN INTENSITAS CAHAYA PADA DAUN *Hibiscus tiliaceus* Linn. DI PANGANDARAN, JAWA BARAT

Tia Setiawati^{1*}, Inneke Febrihardianti Syamsi²

^{1,2}Prodi Biologi, FMIPA Universitas Padjadjaran, Kab. Sumedang, Jawa Barat

*Corresponding author: tia@unpad.ac.id

Abstract

Hibiscus tiliaceus L. is useful as shade plants, medicinal, and wood carvings. Optimizing utilization of plants depends on environmental conditions, one of which is sunlight that affects stomatal. Each plant has a different response to the stress of sunlight such as the ability to open and close the stomatal. This study aims to determine the differences in the stomatal characteristics of *Hibiscus tiliaceus*'s leaves based on time estimation and difference of light intensity were determined using the replica method in Pananjung Pangandaran Nature Reserve, West Java. The results showed that the lowest and highest average length and width of porous stomatal, the number of open and closed stomatal, and the density of stomatal in shaded areas were 6 μm (morning and noon), 2.77 μm (afternoon), 6, respectively. 93 μm (morning), 3.83 μm (afternoon), 43 cells, 8 cells, and 259.86 cells / mm^2 , whereas in the non-shaded area 5.5 μm (morning), 2.97 μm (afternoon), 7 μm (day and evening), 4.1 μm (afternoon), 18 cells, 26 cells, and 224.20 cells / mm^2 . The opening of stomatal in the non-shaded area is greater than the shaded. The estimated time, difference light intensity, and physical factors influence the parameters of the study.

Keywords: *Hibiscus tiliaceus* L., light intensity, stomatal characteristics, time estimation.

PENDAHULUAN

Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) adalah tumbuhan khas iklim tropis yang tumbuh berkelompok dan berhabitat di daerah bakau atau pinggir pantai. Pada ekosistem hutan pantai Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat, waru merupakan salah satu tumbuhan yang mendominasi (Rosa *et al.*, 2006; BBKSDA Jabar, 2016). *Hibiscus tiliaceus* memiliki tinggi rata-rata 3-10 m dan batangnya berdiameter maksimum 50 cm. Tumbuhan ini memiliki batang pendek dengan banyak cabang yang bengkok dan saling terjalin satu dengan lainnya (Elevitch & Thomson, 2006). Waru telah lama dimanfaatkan sebagai obat tradisional karena memiliki sejumlah aktivitas farmakologis seperti antioksidan,

antiinflamasi, dan antimikroba (Shaikh *et al.*, 2009; Ramproshad *et al.*, 2012; Tambe & Bhambar, 2014). Analisis fitokimia dari ekstrak daun dan kulit batang *H. tiliaceus* menunjukkan adanya berbagai kelompok metabolit sekunder seperti tanin, alkaloid, karbohidrat, dan beberapa jenis gula pereduksi (Awal *et al.*, 2016). Tumbuhan waru juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tumbuhan peneduh karena memiliki tajuk yang cukup luas dan kayunya banyak dimanfaatkan sebagai bahan ukiran cinderamata (BBKSDA Jabar, 2016).

Optimalisasi peranan tumbuhan bagi keberlangsungan hidup manusia bergantung pada faktor internal dan eksternal (kondisi lingkungan), salah satunya adalah cahaya matahari. Daun akan menyerap energi dari

cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk gula melalui proses fotosintesis. Hal tersebut dibutuhkan tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang, serta melakukan aktivitas kehidupan lainnya yang memerlukan energi. Bagian tumbuhan yang mekanisme kerjanya dipengaruhi oleh cahaya matahari salah satunya adalah stomata (Campbell *et al.*, 2003).

Stomata merupakan kombinasi dari dua sel penutup yang terdiri dari sel-sel *epidermis* khusus terletak di *epidermis* daun, terdapat pula lubang di antara dua sel penutup yang disebut dengan *porus* stomata (Lakna, 2017). Karakteristik stomata pada daun meliputi jumlah stomata total, jumlah stomata yang terbuka dan tertutup, kerapatan stomata, dan jenis stomata (Izza & Laily, 2015). Stomata terlibat dalam proses pertukaran gas dengan lingkungan seperti mengatur hilangnya air melalui proses transpirasi dan proses pengambilan CO₂ selama fotosintesis. Pengendalian kehilangan air sangat penting guna menghindari dehidrasi daun karena transpirasi yang berlebihan. Cahaya matahari memengaruhi kerja stomata dalam membuka dan menutupnya stomata. Cahaya matahari merangsang sel penutup untuk menyerap ion K⁺ dan air, sehingga stomata membuka. Selain itu, jam biologis memicu serapan ion pada pagi hari sehingga stomata

membuka, sedangkan malam hari terjadi pembebasan ion yang menyebabkan stomata menutup (Hidayat, 1995; Salisbury & Ross, 1995; Camargo & Marengo, 2011; Lakna, 2017; Luomala *et al.*, 2005 dalam Wu *et al.*, 2018).

Jara-Rojas *et al.* (2009) dalam penelitiannya, memaparkan bahwa daun *Vitis vinifera* menunjukkan pembukaan stomata paling tinggi terjadi pada pagi hari pukul 08.00, kemudian semakin menurun pada siang hari sampai sore hari. Pembukaan stomata pada daun yang terkena sinar matahari lebih besar dibandingkan dengan daun yang ternaungi. Jose & Rosy (2004), mengemukakan bahwa stomata *Dalbergia miscolobium* mulai membuka lebar pada saat pagi hari pukul 08.00, tetapi pada saat intensitas cahaya meningkat tajam yaitu pada pukul 12.00 stomata menutup.

Pendekatan secara anatomi penting dilakukan karena kondisi lingkungan yang semakin dinamis dan setiap tumbuhan memiliki respon berbeda terhadap cekaman cahaya matahari seperti kemampuan membuka dan menutupnya stomata. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi mengenai panjang dan lebar *porus* stomata, jumlah stomata terbuka dan tertutup, serta kerapatan stomata berdasarkan estimasi waktu di daerah dengan intensitas cahaya berbeda pada daun *H. tiliaceus* L. di Cagar Alam Pananjung

Pangandaran, Jawa Barat. Mengingat belum tersedianya informasi mengenai hal tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan.

METODE PENELITIAN

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksploratif yakni untuk mendapatkan sampel daun *H. tiliaceus* yang berlokasi di Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat. Penentuan lokasi penelitian berdasarkan ditemukannya *Hibiscus tiliaceus* di area tertutup (ternaungi) dan area terbuka (tidak ternaungi atau terkena cahaya matahari secara langsung).

Teknik Pengumpulan Data

a. Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, buku catatan, gunting, jam tangan, kaca objek, kaca penutup, label, *luxmeter*, mikroskop cahaya, dan *thermohigrometer*, sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquades, cat kuku bening, daun *Hibiscus tiliaceus* L., selotip bening, dan *ziplock* atau plastik pembungkus.

b. Prosedur Kerja

Pengukuran parameter fisik dalam penelitian ini terdiri dari intensitas cahaya menggunakan *lux meter* serta suhu dan kelembaban udara menggunakan *thermohigrometer*. Pengambilan sampel daun dilakukan pada nodus ke-3 yang

masing-masing diambil tiga helai daun. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak empat kali yaitu, pada pukul 07.00 WIB, 09.00 WIB, 11.00 WIB, 13.00 WIB dan 15.00 WIB di dua lokasi dengan intensitas cahaya berbeda yaitu area tertutup dan area terbuka (terpapar cahaya matahari penuh). Kemudian, sampel daun dimasukkan ke dalam *ziplock* atau plastik pembungkus untuk selanjutnya dilakukan pengamatan. Replika stomata langsung dibuat di lokasi pada waktu setiap pengambilan sampel baik di area terbuka maupun tertutup. Pembuatan replika stomata diawali dengan sampel daun dibersihkan menggunakan tissue, lalu olesi cat kuku bening pada bagian permukaan bawah daun dan biarkan 5-10 menit hingga mengering. Selanjutnya, olesan yang sudah kering ditempel isolasi bening dan ratakan. Lalu, isolasi dilepas perlahan dan hasil cetakan ditempel pada kaca objek. Replika stomata selanjutnya diamati di bawah mikroskop cahaya (Haryani, 2010). Pada setiap pengambilan sampel daun dilakukan pula pengukuran parameter fisik.

Pengamatan karakteristik stomata yang meliputi panjang dan lebar *porus*, jumlah stomata terbuka dan tertutup, serta kerapatan stomata dilakukan menggunakan metode replika, sedangkan kerapatan stomata dihitung dengan rumus (Suhaimi, 2017):

$$\text{Kerapatan stomata (sel/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Jumlah stomata (sel)}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

Keterangan:

Luas bidang pandang perbesaran 400x = $\frac{1}{4} \pi d^2$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (0.5)^2$$

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

Data hasil pengamatan dilakukan secara deskriptif.

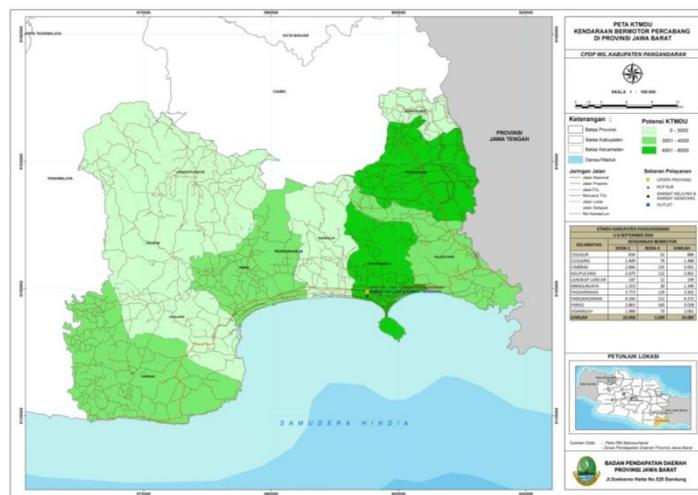
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Umum

Pengambilan sampel daun *H. tiliaceus* dilakukan pada dua area dengan intensitas cahaya berbeda, yaitu di area tertutup (dekat pos penjagaan kantor Cagar Alam Pananjung Pangandaran) dan di area terbuka (dekat gerbang masuk kantor Cagar Alam Pananjung Pangandaran). Pengambilan sampel daun dan pengukuran parameter fisik lingkungan dilakukan bersamaan pada waktu yang telah ditentukan. Pengamatan dilakukan pada pukul 07.00 WIB sampai

pukul 15.00 WIB dengan interval waktu dua jam sekali pada kedua area dengan intensitas cahaya berbeda. Pada kedua area tertutup dan terbuka, waktu pengamatan pukul 13.00 WIB menunjukkan intensitas cahaya paling tinggi, berturut-turut sebesar 1187 lux dan sebesar 46900 lux. Pada waktu yang sama pula terjadi peningkatan suhu, yaitu sebesar 31,4° C di area tertutup dan 32,95° C di area terbuka. Kelembaban udara pada pukul 13.00 WIB memiliki titik terendah yaitu 76,2% di area tertutup dan 66,3% di area terbuka.

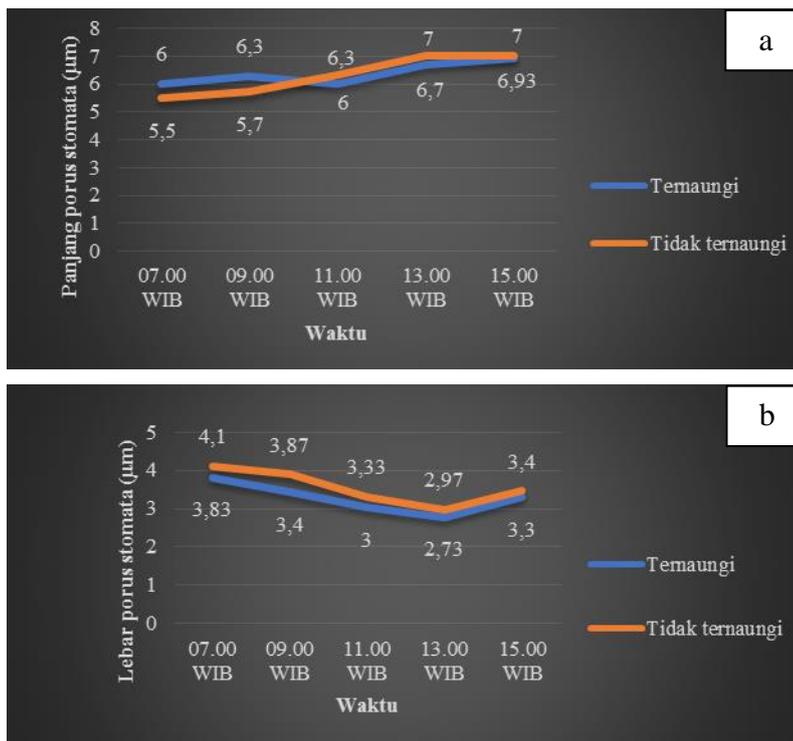
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perbedaan waktu mempengaruhi perubahan lebar *porus* stomata dan tidak berpengaruh terhadap panjang *porus* stomata. Hasil pengukuran terhadap perubahan rata-rata panjang dan lebar *porus* stomata daun *H. tiliacues* pada setiap waktu pengamatan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Peta Administratif Kabupaten Pangandaran

Sumber: <https://bapenda.jabarprov.go.id/peta-ktmdu-cabang-kabupaten-ciamis-ii-pangandaran/>

Panjang dan Lebar *Porus* Stomata



Gambar 2. Grafik perubahan panjang (a) dan lebar stomata (b) pada berbagai waktu pengamatan.

Pada gambar 2a menunjukkan bahwa rata-rata panjang *porus* stomata tertinggi di area tertutup terjadi pada pukul 15.00 WIB yaitu sebesar 6,93 μm , sedangkan di area terbuka terjadi pada pukul 13.00 WIB dan 15.00 WIB yaitu sebesar 7 μm . Rata-rata panjang *porus* terendah di area tertutup terjadi pada pukul 07.00 WIB dan 11.00 WIB yaitu sebesar 6 μm , sedangkan di area terbuka terjadi pada pukul 07.00 WIB yaitu sebesar 5,5 μm . Rata-rata panjang *porus* stomata tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan terhadap berbagai waktu pengamatan. Haryanti & Meirina (2009), menjelaskan bahwa adanya kekhasan pada sel penutup yaitu serat halus selulosa pada dinding selnya yang bersifat tidak elastis,

sehingga menyebabkan sel penutup tidak memanjang melainkan melebar, dengan demikian saat stomata membuka, panjang stomata relatif tetap.

Gambar 2b menunjukkan bahwa lebar *porus* stomata paling tinggi terjadi baik di area tertutup maupun area terbuka pada pukul 07.00 WIB, berturut-turut sebesar 3,83 μm dan 4,1 μm , demikian pula rerata lebar *porus* stomata terendah di kedua area terjadi pada waktu yang sama yaitu pada pukul 13.00 WIB berturut-turut sebesar 2,77 μm dan 2,97 μm . Daun yang diambil di kedua area pada pukul 07.00 WIB, stomata mulai membuka. Pada pukul 09.00 WIB sampai 11.00 WIB di kedua area, lebar *porus* stomata semakin mengecil, tetapi

masih dalam keadaan *porus* membuka. Hopkins (2004), menuturkan bahwa pada pagi hari peningkatan intensitas cahaya berpengaruh terhadap peningkatan suhu, namun kelembaban udara masih tinggi. Kelembaban udara yang tetap tinggi akan meningkatkan gradien tekanan uap antara daun dengan udara. Kondisi ini memicu terjadinya transpirasi yang ditunjukkan oleh masih terbukanya stomata. Pada pukul 13.00 WIB di kedua area, lebar *porus* stomata semakin menurun. Penutupan stomata bertujuan untuk mengurangi kehilangan air yang berlebihan (Taiz & Zeiger, 2002). Pada pukul 15.00 WIB di kedua area, intensitas cahaya dan suhu mulai menurun, serta kelembaban udara mulai meningkat, sehingga terjadi peningkatan gradien tekanan uap antara daun dengan udara yang kemudian memicu terjadinya transpirasi, maka stomata mulai terbuka kembali. Proses pengendalian kehilangan air sangat penting untuk menghindari dehidrasi daun karena transpirasi yang berlebihan (Camargo & Marengo, 2011).

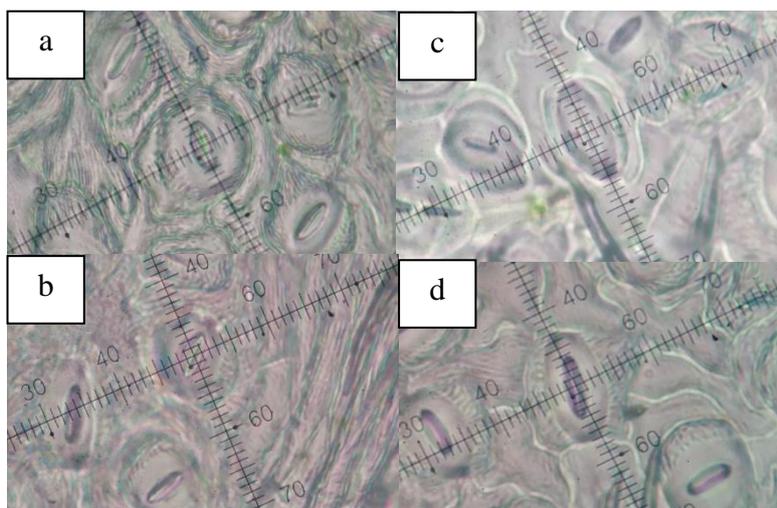
Gambar 2b. menunjukkan bahwa di area tertutup rerata lebar *porus* stomata lebih rendah dibandingkan dengan di area terbuka. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya perbedaan fisik lingkungan. Pada area terbuka, intensitas cahaya dan suhu yang lebih tinggi daripada di area tertutup. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan

kelembaban udara akan menurun, sehingga proses transpirasi berlangsung lebih cepat (Treshow, 1970). Lakitan (1996) menjelaskan bahwa hubungan antara suhu dan kelembaban udara adalah berbanding terbalik, semakin tinggi suhu udara maka kelembaban udaranya semakin kecil karena tingginya suhu udara akan memicu *presipitasi* (pengembunan) molekul air pada udara, sehingga muatan air dalam udara menurun dan berpengaruh terhadap pembukaan stomata. Pembukaan dan penutupan *porus* stomata disebabkan oleh pembengkakan dan penyusutan sel penutup yang digerakkan oleh pertukaran ion dan perubahan *sitoskeleton* (Golec & Szarejko, 2013). Pembukaan stomata juga dapat diatur oleh faktor fisiologis dan lingkungan, khususnya CO₂, asam absisat (ABA), kelembaban, kekeringan, patogen, dan ozon (Shemer, 2015). Zhou *et al.* (2010), menambahkan bahwa tumbuhan dapat merespon dengan cepat perubahan suhu dengan cara menyesuaikan fisiologi salah satunya pembukaan dan penutupan pori-pori stomata.

Lakitan (1996), memaparkan bahwa mekanisme menutup dan membukanya stomata tergantung dari tekanan turgor sel tanaman, perubahan konsentrasi karbondioksida, berkurangnya cahaya, atau hormon asam absisat. Saat pagi hari, stomata masih mengandung amilum di

dalam sel-sel penutupnya. Adanya pengaruh cahaya matahari membangkitkan *klorofil* dalam *kloroplas* sel-sel *palisade*, *parenkim*, dan *spon* untuk mengadakan reaksi fotosintesis. Adanya proses fotosintesis menyebabkan kadar CO_2 di dalam sel-sel tersebut menurun karena sebagian dari molekul CO_2 mengalami reduksi menjadi CH_2O . Akibat peristiwa reduksi ini, maka ion-ion H^+ berkurang dan menyebabkan pH lingkungan menjadi bertambah menuju ke basa. Kenaikan pH ini sangat baik bagi kegiatan enzim posporilase guna mengubah amilum yang ada di dalam sel-sel penutup menjadi glukosa 1-fosfat. Terbentuknya glukosa menyebabkan kenaikan nilai osmosis sel-sel penutup stomata yang kemudian menyebabkan masuknya air dari sel-sel tetangganya. Pertambahan volume ini

menimbulkan turgor, sehingga dinding-dinding sel penutup mengembang dan stomata terbuka (Dwijoseputro, 1989 dalam Haryani dan Meilina, 2009). Hal serupa didukung oleh Fahn (1991), bahwa bertambah dan berkurangnya ukuran celah pada sel penutup adalah akibat dari perubahan tekanan turgor pada sel penutup. Perubahan tekanan turgor ini disebabkan oleh masuknya air dari sel tetangga ke dalam sel penutup stomata, selanjutnya sel penutup mengalami kelebihan air (turgid) dan sel penutup mendorong dinding sel tetangga yang menyebabkan stomata membuka. Stomata menutup apabila sel tetangga mengalami kelebihan air, dan sel penutup mengalami kekurangan air sehingga sel tetangga mendorong dinding sel penutup ke arah depan.



Gambar 3. Penampang replika stomata pada waktu pengamatan pukul 07.00 WIB pada kondisi ternaungi (a), pukul 07.00 WIB pada kondisi tidak ternaungi (b), pukul 13.00 WIB pada kondisi ternaungi (c), dan pukul 13.00 WIB pada kondisi tidak ternaungi (d) dengan perbesaran 400x

Sumber: Dokumen Pribadi

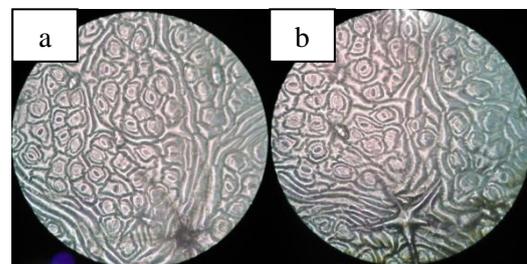
Taluta *et al.* (2017), menuturkan bahwa derajat pembukaan dan penutupan stomata berpengaruh terhadap pengaturan aktivitas fotosintesis (gambar 3). Besarnya bukaan *porus* stomata menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan laju transpirasi. Transpirasi dapat menurunkan potensial air di dalam sel sehingga tekanan turgor dapat diminimalisir. Penutupan stomata penting dilakukan guna mencegah kehilangan air ketika waktu persediaan air terbatas serta membatasi pengambilan CO₂ untuk fotosintesis (Gardner *et al.*, 1985). Peran transpirasi pada tumbuhan adalah untuk melepas energi yang diterima dari radiasi matahari. Energi matahari yang digunakan untuk fotosintesis kurang lebih hanya 2%, sehingga selebihnya harus dilepaskan ke lingkungan, baik melalui pancaran, hantaran secara fisik, dan sebagian besar untuk menguapkan air. Ion K⁺ sangat berpengaruh terhadap kemungkinan keluar masuknya bahan terlarut ke dalam sel penutup, sehingga menyebabkan perubahan permeabilitas pada membran sel penutup (Santosa, 1990).

Sel *epidermis* pada sel *tetangga* tidak mempunyai *klorofil*, sedangkan sel penutup stomata mengandung *klorofil*, *fosfat organik*, enzim *posporilase*, dan waktu pagi hari terdapat sedikit *amilum* di dalamnya. Proses membuka dan menutupnya stomata sangat dipengaruhi oleh cahaya. Sel penutup

mengandung *amilum*, dimana konsentrasinya lebih tinggi pada malam hari karena telah berubah menjadi glukosa. Adanya cahaya mengaktifkan *klorofil* untuk berfotosintesis, sehingga kadar CO₂ dalam sel menurun (direduksi menjadi CH₂O). Faktor-faktor lingkungan mengalami perubahan harian (*diurnal*) seiring dengan bergantinya waktu pagi, siang dan sore hari. Pada pagi hari stomata akan mulai membuka lebar karena intensitas cahaya dan temperatur relatif rendah serta kelembaban yang optimal menyebabkan tekanan turgor pada sel penutup meningkat. Namun pada saat siang hari, stomata menutup karena tingginya intensitas cahaya dan temperatur serta penguapan air yang berlebihan (Taiz and Zeiger, 2002; Hopkins, 2004).

Gambar 4, menunjukkan bahwa rerata jumlah total stomata daun *H. tiliaceus* di area tertutup dengan intensitas cahaya 825 lux yaitu sebanyak 51 sel, sedangkan di area terbuka dengan intensitas cahaya 13500 lux

Kerapatan dan Jenis Stomata



Gambar 4. Penampang replika stomata daun *Hibiscus tiliaceus* L. di area tertutup (a) dan di area terbuka (b) dengan perbesaran 400x

Sumber: Dokumen Pribadi

jumlahnya lebih rendah yaitu sebanyak 44 sel. Intensitas cahaya yang rendah (area tertutup) menyebabkan tanaman beradaptasi dengan menghasilkan daun lebih lebar, lebih tipis dengan lapisan *epidermis* tipis, jaringan palisade sedikit, ruang antar sel lebih lebar dan jumlah stomata lebih banyak. Sebaliknya, pada tanaman yang menerima intensitas cahaya tinggi (area terbuka) menghasilkan daun yang lebih kecil, lebih tebal, lebih kompak dengan jumlah stomata lebih sedikit, lapisan kutikula dan dinding sel lebih tebal dengan ruang antar sel lebih kecil dan tekstur daun keras (Widiastuti *et al.*, 2004).

Pada pukul 08.00 WIB di kedua area, suhu relatif rendah yaitu berturut-turut sebesar 27,3° C dan 30,7° C, sedangkan kelembaban udaranya cukup tinggi yaitu berturut-turut sebesar 80,0% dan 81,2%, dengan demikian memicu terbukanya stomata. Berdasarkan perolehan data, rerata jumlah stomata terbuka lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah stomata tertutup pada kedua area. Rerata jumlah stomata terbuka dan tertutup di area tertutup berturut-turut sebesar 43 sel dan 8 sel, sedangkan di area terbuka yaitu sebesar 18 sel dan 26 sel. Intensitas cahaya dan suhu udara di area tertutup relatif lebih rendah dibandingkan dengan di area terbuka, sehingga kelembaban udara di area tertutup lebih tinggi dibandingkan dengan area

terbuka. Widiastuti *et al.* (2004), memaparkan bahwa semakin besar tingkat naung, maka kelembaban udara semakin tinggi yang menyebabkan stomata terbuka lebih banyak di area tertutup. Campbell *et al.*, (2003) menambahkan bahwa terbentuknya celah stomata disebabkan oleh dua faktor yaitu struktural sel penutup yang mendukung dengan kedua ujung dari sel penutup saling menempel, sehingga pada saat turgor meningkat, sel penutup akan melengkung dan membentuk celah yang dibatasi oleh kedua dinding sel penutup. Faktor kedua adalah *miselasi radial* yang memengaruhi panjang dan lebar stomata yang apabila tekanan turgor meningkat, maka akan menyebabkan sel penutup melengkung dan stomata terbuka. Mekanisme pengaturan stomata melalui sinyal diwakili oleh arus ion serta aktivasi kinase. Pensinyalan lipid oleh sel digunakan untuk meneruskan informasi sinyal arus ion ke dalam lingkungan sel. Regulasi stomata berkaitan erat dengan respon stres dan sensor cahaya yang berkaitan dengan ABA. Sistem penginderaan cahaya biru dan merah penting untuk regulasi stomata. Biosintesis lilin (*wavex*) berhubungan dengan perkembangan dan pergerakan stomata. Proses ini diatur dalam produksi sinyal kimia (Mukha *et al.*, 2015).

Hasil analisis lain diperoleh data bahwa rerata kerapatan stomata di area

tertutup yaitu sebesar 259,86 sel/mm² lebih tinggi daripada area terbuka yaitu sebesar 224,20 sel/mm². Kerapatan stomata berhubungan erat dengan proses metabolisme ataupun fisiologis tumbuhan (Mulyani, 2006). Kerapatan stomata termasuk rendah jika <300 stomata per mm², sedang jika berkisar 300-500 stomata per mm², dan tinggi jika >500 stomata per mm² (Tambaru, 2012). Hasil analisis menunjukkan bahwa kerapatan stomata daun *H. tiliaceus* termasuk ke dalam golongan rendah yaitu <300 stomata per mm². Jumlah stomata yang semakin banyak menyebabkan tingkat kerapatannya semakin tinggi (Lestari, 2006). Kerapatan stomata menentukan konduktansi stomata dalam mengatur proses difusi gas (Kumekana *et al.*, 2013). Hasil pengamatan lainnya menunjukkan bahwa jenis stomata pada daun *H. tiliaceus* yaitu jenis parasitik. Pandey dan Chadha, (1996) menuturkan

3.

bahwa tipe parasitik sel penutup diiringi sebuah sel tetangga atau lebih dengan sumbu panjang sel tetangga sejajar dengan sumbu sel penutup dan celah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa :

1. Estimasi waktu dan perbedaan intensitas cahaya memengaruhi karakteristik stomata daun *Hibiscus tiliaceus* L. di kedua area (tertutup dan terbuka).
2. Rerata panjang dan lebar *porus* stomata terendah dan tertinggi, jumlah stomata terbuka dan tertutup, serta kerapatan stomata di area tertutup berturut-turut adalah 6 µm (pagi dan siang), 2,77 µm (siang), 6,93 µm (pagi), 3,83 µm (siang), 43 sel, 8 sel, dan 259,86 sel/mm², sedangkan di area terbuka berturut-turut 5,5 µm (pagi), 2,97 µm (siang), 7 µm (siang dan sore), 4,1 µm (siang), 18 sel, 26 sel, dan 224,20 sel/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Awal AM, Sonia Nazmi, Sonia Nasrin, Taauhidur R, & Shaikh Jamal. 2016. Evaluation of pharmacological activity of *Hibiscus tiliaceus*. *J. Springerplus*, 5 (1) : 1290. doi: 10.1186/s40064-016-2891-0.
- BBKSDA Jawa Barat. 2016. Pangandaran. *Artikel online. On line at <http://bbksdajabar.ksdae.menlhk.go.id/>* [diakses 14 November 2018].
- Camargo M & Marengo R. 2011. Density, Size and Distribution of Stomata in 35 Rainforest Tree Species in Central Amazonia. *Journal Acta Amazonica*, 41 (2) : 205-212.
- Campbell NA, JB Reece, & LG Mitchell. 2003. *Biologi*. Alih Bahasa :L.Rahayu, E.I.M Adil, N Anita, Andri ,W.F Wibowo, W.Manalu. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Elevitch C & Thomson LA. 2006. *Hibiscus tiliaceus* L. *Journal Spesies Profile for Pasific Island Agroforestry*, 1 (2).

- Fahn A. 1992. *Anatomi tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Gardner FP, RB Pearce, & RL Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants*. The Iowa State University Press, pp. 1-73.
- Golec AD & Szarejko I. 2013. Open or close the gate – stomata action under the control of phytohormones in drought stress conditions. *J. Plant Science*, 4 (138) : 1-16.
- Haryani S. 2010. Jumlah dan distribusi stomata pada daun beberapa spesies tanaman dikotil dan monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, XVIII (2).
- Haryanti S & Meirina T. 2009. Optimalisasi pembukaan *porus* stomata daun kedelai (*Glycine max* (L) merril) pada pagi hari dan sore. *Jurnal Bioma*, 11 (1). ISSN: 1410-8801.
- Hidayat EB. 1995. *Anatomi tumbuhan berbiji*. Bandung: ITB Press.
- Hopkins WG. 2004. *Introduction to Plant Physiology*. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Izza F & Ainun N Laily. 2015. Karakteristik stomata tempuyung dan hubungannya dengan transpirasi tanaman. *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Jara-Rojas F. 2009. Model validation for estimating the leaf stomatal conductance in cabernet sauvignon grapevines. *Chilean J. Agric. Res.*, 69 (1) : 88-96.
- Jose PLF & Rosy MS. 2004. Comparative stomatal conductance and chlorophyll a fluorescence in leaves vs. fruit of the cerrado legume tree, *Dalbergia miscolobium*, *Braz. J. Plant Physiol.*, 16 (2) : 89-93.
- Kumekawa Y, Haruki Miyata, Kyohei Ohga, Hiroshi Hayakawa, Jun Yokoyama, Katsura Ito, Shin-Ichi Tebayashi, Ryo Arakawa, & Tatsuya Fukuda. 2013. Comparative analyses of stomatal size and density among ecotypes of *Aster hispidus* (Asteraceae). *American Journal of Plant Sciences*, 4 : 524-527. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.43067>.
- Lakitan B. 1996. *Fisiologi pertumbuhan dan perkembangan tanaman*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Lakna L. 2017. Difference between stoma and stomata. *Artikel Online*. On line at <http://pediaa.com> [diakses 3 Maret 2019].
- Mukha D, Boris Ostretsov, Dzmitry Mukha, & Leonid Brodsky. 2015. Stomatal movement and stomatal formation mechanisms utilize the same regulatory genes. *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*, 4 (2): 95-101. doi: 10.17581/bp.2015.04207.
- Mulyani S. 2006. *Anatomi tumbuhan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Pandey SN & A Chandha. 1996. *A Textbook of botany plant anatomy and economic botany* Volume III. Vikas Publishing House PVT LTD New Delhi, pp. 96-103.
- Ramproshad S, Afroz T, Mondal B, Haque A, Ara S, Khan R, & Ahmed S. 2012. Antioxidant and antimicrobial activities of leaves of medicinal plants *Hibiscus tiliaceus* L. *Pharmacol Online*, 3 : 82–87.
- Rosa RM, Melecchi M I, da Costa Halmenschlager R, Abad FC, Simoni CR, Caramao EB, Henriques JA, Saffi J, & de Paula Ramos AL. 2006. Antioxidant and antimutagenic properties of *Hibiscus tiliaceus* L. methanolic extract. *J Agric Food Chem*, 54 : 7324-7330. doi: 10.1021/jf061407b.
- Salisbury & Ross. 1995. *Fisiologi tumbuhan*. ITB Press. Bandung.
- Santosa S. 1990. *Fisiologi tumbuhan. metabolisme dan pertumbuhan pada tumbuhan tingkat tinggi*. Yogyakarta.

- Shaikh J U, Grice ID, & Tiralongo E. 2009. Cytotoxic effects of Bangladeshi medicinal plant extracts. *e-CAM*.
- Shemer Axxell P, Andisheh B, Maria, Israelsson N, Cawas B Engineer, Bastiaan OR Bargmann, AB Stephan, & Julian Schroeder. 2015. Guard Cell Photosynthesis is Critical for Stomatal Turgor Production, Yet does not Directly Mediate CO₂- and ABA-Induced Stomatal Closing. *The Plant Journal*, 83 : 567–58. doi: 10.1111/tpj.12916
- Suhaimi S. 2017. Pengaruh kadar timbal (Pb) terhadap kerapatan stomata dan kandungan klorofil pada glodokan (*Polyalthia Longifolia* Sonn) sebagai peneduh Kota Di Langsa. *Journal of Islamic Science and Technology*, 3 (1).
- Taiz L & Zeiger E. 2002. *Plant physiology*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publichers.
- Taluta H, Henny L, Marhaenus R. 2017. Pengukuran panjang dan lebar pori stomata daun beberapa varietas tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 6 (2) : 1-5.
- Tambaru E. 2012. Potensi absorpsi karbon dioksida pada beberapa jenis pohon hutan Kota di Kota Makassar. *Disertasi*. Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar. 197
- Tambe V & Bhambar R. 2014. Phytochemical screening and anthelmintic activity of wood and leaves of *Hibiscus tiliaceus* Linn. *World J Pharm Pharm Sci*, 3 (10) : 880–889.
- Treshow M. 1970. *Environment and plant resport*. Mc.Graw Hill Company.
- Widiastuti Libria, Tohari, & Sulistyaningsih E. 2004. Pengaruh intensitas cahaya dan kadar *daminosida* terhadap iklim mikro dan pertumbuhan tanaman krisan dalam Pot. *Ilmu pertanian*, 11 (2) : 35-42.
- Wu, G. Hui Liu, Lei Hua, Qi Luo, Yixue Lin, Pengcheng He, Shiwei Feng, Juxiu Liu, & Qing Ye. 2018. Differential responses of stomata and photosynthesis to elevated temperature in two co-occurring subtropical forest tree Species. *Front Plant Sci*, 9 (467). doi: 10.3389/fpls.2018.00467.
- Zhou HH, Chen YN, Li W H, & Chen YP. 2010. Photosynthesis of *Populus euphratica* in relation to groundwater depths and high temperature in arid environment, northwest China. *Photosynthetica*, 48 :257–268.