

KARAKTERISTIK MORFOLOGIS DAN ANATOMIS DAUN TUMBUHAN TINGKAT SEMAI PADA PAPARAN CAHAYA BERBEDA DI HUTAN PENDIDIKAN FAKULTAS KEHUTANAN UNIVERSITAS MULAWARMAN

Karyati Kasiman, Dyna Syarofa Ramadhani, Muhammad Syafrudin

Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013 Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia, 75119 Telp. (0541) 735089, 749068 Fax. 735379
Email: karyati@fahatan.unmul.ac.id; karyati.hanapi@yahoo.com

ABSTRACT

The light intensity influences to morphological and anatomical characteristics of plant leaves in the process of plant growth. The objective of this study was to know morphological and anatomical characteristics of the seedling plant leaves in the different light intensities. The study was conducted in Education Forest of Forestry Faculty of Mulawarman University. The three study sites were selected to represent heavy, moderate, and little light intensities, respectively. The vegetation survey was done in 20 quadrants of 2 m × 2 m in three different light intensities. The analyses of morphological and anatomical characteristics were done to leaves of most five dominant species based on Important Value Index (IVI) in each study site. The morphological characteristics of seedling leaves in heavy, moderate, and little light intensities were leaves length of 13.4 cm, 13.9 cm, and 16.5 cm; leaves wide of 5.0 cm, 5.4 cm, and 6.1 cm, and leaves thick of 0.09 mm; 0.08 mm, and 0.06 mm, respectively. While anatomical characteristic of chlorophyll content of seedling leaves in heavy, moderate, and little light intensities were 45.5%, 46.0%, and 42.7%.

Keywords: Anatomical properties; light intensity; morphological properties; seedling leaf

ABSTRAK

Paparan cahaya berpengaruh terhadap karakteristik morfologis dan anatomis daun tumbuhan pada proses pertumbuhan tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik morfologis dan anatomis daun tumbuhan tingkat semai pada paparan cahaya yang berbeda. Penelitian dilakukan di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur. Tiga lokasi penelitian dipilih untuk mewakili paparan cahaya berat, sedang, dan ringan. Survei vegetasi dilakukan pada 20 kuadran yang masing-masing berukuran 2 meter × 2 meter pada tiga paparan cahaya berbeda. Analisis karakteristik morfologi dan anatomi dilakukan pada daun-daun lima jenis paling dominan berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada tiap lokasi penelitian. Karakteristik morfologis daun tingkat semai pada paparan cahaya berat, sedang, dan ringan masing-masing berupa panjang daun 13,4 cm; 13,9 cm, dan 16,5 cm; lebar daun 5,0 cm; 5,4 cm, dan 6,1 cm, dan ketebalan daun 0,09 mm; 0,08 mm, dan 0,06 mm. Sedangkan karakteristik anatomis kandungan klorofil daun tingkat semai pada paparan cahaya berat, sedang, dan ringan berturut-turut sebesar 45,5%, 46,0%, dan 42,7%.

Kata kunci: Intensitas cahaya; daun semai; sifat anatomis; sifat morfologis

PENDAHULUAN

Matahari merupakan kendali iklim yang sangat penting dan sebagai sumber energi utama di bumi (Tjasjono 1999). Menurut Linsley dkk. (1986), radiasi matahari adalah sumber utama energi bumi yang menentukan cuaca dan iklim. Wisnubroto (1999) menyatakan bahwa radiasi matahari merupakan unsur yang sangat penting dalam bidang pertanian. Pertama, cahaya merupakan sumber energi bagi tanaman hijau melalui proses fotosintesa diubah menjadi tenaga kimia. Kedua, radiasi memegang peranan penting sebagai sumber energi dalam proses evaporasi yang menentukan kebutuhan air tanaman. Cahaya matahari yang ditangkap oleh klorofil melalui proses fotosintesis akan menghasilkan bahan baku bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta produksi biomasa (Pantilu dkk. 2012). Sinar

matahari merupakan tenaga penunjang pertumbuhan dan perkembangan vegetasi. Sinar matahari juga memainkan peranan penting dalam penyebaran, orientasi, dan pembungaan tumbuhan (Arief 1994).

Radiasi matahari dapat memberikan efek tertentu pada tumbuhan bila cahaya tersebut diabsorpsi. Secara fisiologis, cahaya mempunyai pengaruh baik langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung melalui proses fotosintesis dan secara tidak langsung melalui pertumbuhan dan perkembangan tanaman akibat respon metabolik yang langsung (Fitter dan Hay 1994). Fahn (1992) menambahkan bahwa sinar matahari yang ditangkap klorofil menaikkan tingkat energi elektron-elektron yang dihasilkan dari oksidasi air dalam proses fotosintesis. Paparan cahaya matahari yang kurang akan

mengurangi laju fotosintesis, sehingga dapat mempengaruhi perluasan daun ataupun distribusi stomata pada permukaannya (Fitter dan Hay 1994). Bila intensitas cahaya yang diterima rendah, maka jumlah cahaya yang diterima oleh satuan luas permukaan daun dalam jangka waktu tertentu rendah (Gardner dkk. 1991).

Sirait (2008) menjelaskan bahwa tajuk tanaman yang tumbuh dalam kondisi naungan akan menerima sedikit jumlah radiasi matahari akibatnya naungan akan berpengaruh terhadap proses seperti: fotosintesis, respirasi, sintesis protein, produksi hormon, dan translokasi. Pantilu dkk. (2012) mengatakan bahwa perbedaan tingkat naungan mempengaruhi intensitas cahaya, suhu udara dan kelembaban udara lingkungan tanaman, sehingga intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman berbeda dan mempengaruhi ketersediaan energi cahaya yang akan diubah menjadi energi panas dan energi kimia. Haryanti (2010) menyebutkan bahwa respon tanaman akan meningkat dengan meningkatnya suhu dan intensitas cahaya. Evans dan Poorter (2001) menyatakan jika tanaman mengalami cekaman cahaya rendah, maka tanaman akan melakukan respons menghindar (*shade avoidance response*) berupa memaksimalkan penangkapan cahaya dengan mengubah anatomi dan morfologi daun untuk fotosintesis yang efisien.

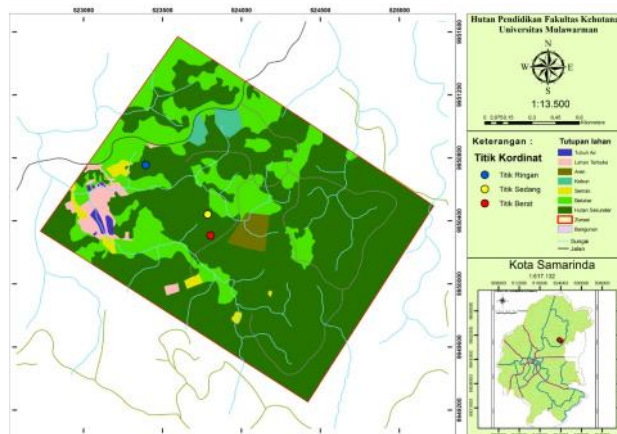
Respon tanaman sebagai akibat faktor lingkungan terlihat pada penampilan tanaman (*performance*). Tanaman berusaha menanggapi kebutuhan khususnya selama siklus hidupnya kalau faktor lingkungan tidak mendukung. Tanggapan ini dapat berupa morfologis, fisiologis atau anatomis. Walaupun genotipnya sama, dalam lingkungan yang berbeda penampilan dapat berbeda pula (Haryanti 2010). Agar mampu beradaptasi dengan intensitas cahaya rendah, tanaman mengalami berbagai perubahan pada tingkat molekuler, biokimia, anatomi, morfologi, fisiologi, dan agronomi (Khumaida 2002; Sopandie dkk. 2003; Juraimi dkk. 2004).

Beberapa hasil penelitian mengenai pengaruh paparan cahaya berbeda terhadap beberapa sifat morfologis pada berbagai jenis tumbuhan telah dilakukan oleh Marjenah (2001), Hadriyanto (2007), Karyati (2007), Diana (2011), dan Mutaqin dkk. (2013), namun penelitian tentang karakteristik morfologis dan anatomis daun tumbuhan tingkat semai pada paparan cahaya berbeda masih jarang dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfologis dan anatomis daun tumbuhan tingkat semai pada paparan cahaya yang berbeda.

METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (HPFKUM) dan Laboratorium Anatomi dan Sistematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Universitas Mulawarman. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Penelitian memerlukan waktu enam (6) bulan efektif dari bulan April 2016 – Oktober 2016.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain meteran, *Global Positioning System* (GPS), parang, pita pembatas, *microcaliper*, *luxmeter*, *thermohyrometer*, *SPAD chlorophyll content*, penggaris, mikroskop, stoples, silet, selotif bening, *object glass*, dan *cover glass*. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah sampel daun, alkohol 70%, kuteks bening, dan tisu.

C. Prosedur Penelitian

1. Orientasi lapangan

Orientasi lapangan bertujuan untuk mengetahui gambaran umum dan menentukan lokasi penelitian.

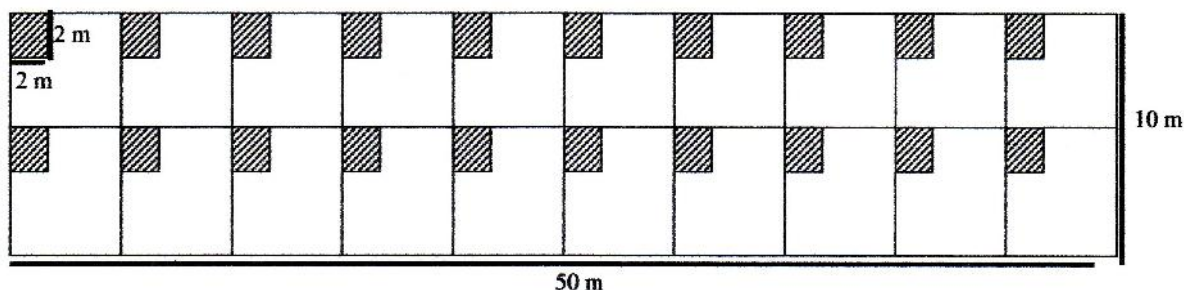
2. Pembuatan plot penelitian

Plot penelitian dibuat berukuran 50 meter × 10 meter, terdiri dari 20 kuadran yang masing-masing berukuran 2 meter × 2 meter. Penentuan kuadran penelitian dilakukan secara sistematis bertujuan (*purposive systematic sampling*) (Gambar 2). Plot penelitian ditentukan pada tiga lokasi yang mewakili hutan dengan paparan cahaya yang berbeda yaitu:

- a. Paparan cahaya berat (intensitas cahaya besar) terletak pada titik koordinat UTM 523786 dan 9950441 dengan intensitas cahaya rata-rata sebesar 199,36 luxmeter.
- b. Paparan cahaya sedang (intensitas cahaya sedang) terletak pada titik koordinat UTM

523804 dan 9950306 dengan intensitas cahaya rata-rata sebesar 368,82 luxmeter.

- c. Paparan cahaya ringan (intensitas cahaya kecil) banyak terletak pada titik koordinat UTM 523394 dan 9950755 dengan intensitas cahaya rata-rata sebesar 573,61 luxmeter.



Gambar 2. Denah plot penelitian.

3. Survei vegetasi

Survei vegetasi bertujuan untuk menginventarisasi jenis-jenis semai yang terdapat pada kuadran penelitian.

4. Analisis data indeks nilai penting (INP)

Analisis data indeks nilai penting (INP) dilakukan untuk menentukan jenis-jenis dominan pada tiga lokasi yang memiliki paparan cahaya berbeda.

5. Pengambilan sampel daun

Pengambilan sampel daun dilakukan pada tiga kedudukan daun yang berbeda (atas tajuk, pertengahan tajuk, dan bawah tajuk) dan waktu pengambilan daun pada pagi hari (pukul 07.00-08.00 WITA).

6. Pengamatan karakteristik morfologis dan anatomis daun

Pengamatan karakteristik morfologis dilakukan pada saat pengambilan sampel daun di lapangan dengan mengukur tinggi semai menggunakan meteran, panjang dan lebar daun menggunakan penggaris, diameter semai dan ketebalan daun diukur dengan menggunakan *micro caliper*. Pengamatan anatomis berupa jumlah klorofil juga dilakukan pada saat pengambilan sampel daun dengan menggunakan SPAD *chlorophyll content*. Sedangkan karakteristik anatomis yaitu bentuk stomata dilakukan di laboratorium terhadap daun-daun yang sebelumnya telah disimpan dalam wadah (stoples) yang berisi alkohol 70%. Permukaan atas dan bawah daun-daun sampel diolesi dengan kuteks bening dan didiamkan hingga kering. Setelah itu daun sampel ditemplei dengan potongan selotif bening dan diratakan. Kemudian

selotif bening dikelupas dan ditempelkan pada *object glass* untuk diamati di bawah mikroskop.

D. Parameter Penelitian

Beberapa karakteristik morfologis daun yang diamati adalah panjang daun, lebar daun, dan ketebalan daun. Sedangkan karakteristik anatomis daun yang diamati yaitu jumlah klorofil dan bentuk stomata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (HPFKUM) atau yang lebih dikenal dengan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) termasuk dalam kawasan administratif Kelurahan Tanah Merah, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur yang secara geografis terletak antara $0^{\circ}25'10''-0^{\circ}25'24''$ LS dan $117^{\circ}14'00''-117^{\circ}14'14''$ BT dengan luas ± 300 hektar. KRUS merupakan kawasan yang masih bernuansa alami dengan habitat hutan hujan tropis dataran rendah (*low land tropical rain forest*), yang terletak pada ketinggian ± 50 meter dpl (KRUS, 2013; KRUS, 2014). Berdasarkan sistem klasifikasi Schmidt-Ferguson (1951), Kota Samarinda termasuk dalam klasifikasi tipe iklim A dengan nilai Q (*Quotient*) sebesar 0,048 yang merupakan daerah sangat lembab dengan vegetasi hutan hujan tropis (Karyati dkk. 2016). Berdasarkan data yang dikumpulkan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), selama 7 tahun terakhir kawasan ini menerima curah hujan bulanan rata-rata 211,5 mm, suhu udara rata-rata $27,4^{\circ}\text{C}$,

kelembaban udara relatif rata-rata 82,2%, dan lama penyinaran rata-rata 41,8 jam (Karyati 2015).

B. Iklim Mikro Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terdiri dari tiga kawasan yang mewakili paparan cahaya berbeda, yaitu lokasi dengan paparan cahaya berat (intensitas cahaya besar), paparan cahaya sedang (intensitas cahaya sedang) dan paparan cahaya ringan (intensitas cahaya kecil). Data iklim mikro berupa suhu udara, kelembaban udara relatif, dan intensitas cahaya rata-rata pada masing-masing lokasi paparan cahaya disajikan pada Tabel 1. Selama pengamatan, suhu udara rata-rata sebesar

30,28°C; 29,42°C, dan 28,24°C di hutan yang mendapat paparan cahaya berat, sedang, dan ringan. Intensitas cahaya rata-rata pada paparan cahaya berat, sedang, dan ringan masing-masing sebesar 573,61 luxmeter, 368,82 luxmeter, dan 199,36 luxmeter. Sebaliknya kelembaban udara relatif rata-rata berturut-turut pada paparan cahaya berat sebesar 71,50%, paparan cahaya sedang sebesar 71,66%, dan paparan cahaya ringan sebesar 73,99%. Lakitan (1995) mengemukakan bahwa faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan daun antara lain intensitas cahaya, suhu udara, ketersediaan air, dan unsur hara.

Tabel 1. Unsur-unsur cuaca di lokasi penelitian

Hari ke-	Paparasi Cahaya Berat			Paparasi Cahaya Sedang			Paparasi Cahaya Ringan		
	T	RH	IC	T	RH	IC	T	RH	IC
1	30,45	71,3	614,50	28,48	72,5	354,50	27,78	73,8	203,75
2	30,68	71,3	522,75	29,70	71,5	296,75	28,53	73,3	152,00
3	27,88	74,5	219,75	27,70	75,8	143,00	26,33	79,5	91,25
4	30,15	72,3	673,75	29,35	72,3	341,00	28,25	73,5	210,75
5	30,18	71,5	408,75	29,88	70,5	353,75	29,05	71,5	181,00
6	30,73	71,3	856,25	29,95	71,0	554,25	28,13	75,5	238,00
7	31,90	68,3	719,50	30,90	68,0	538,50	29,58	70,8	318,75
Rataan	30,28	71,50	573,61	29,42	71,66	368,82	28,24	73,99	199,36
Minimum	27,88	68,30	219,75	27,70	68,00	143,00	26,33	70,80	91,25
Maksimum	31,90	74,50	856,25	30,90	75,80	554,25	29,58	79,50	318,75

Keterangan: T = Suhu udara rata-rata (°C); RH = Kelembaban udara relatif rata-rata (%); IC = Intensitas cahaya rata-rata (luxmeter).

C. Karakteristik Morfologis dan Anatomis Daun Tingkat Semai pada Paparan Cahaya Berbeda

1. Karakteristik morfologis daun tingkat semai

Karakteristik morfologis daun tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya yang berbeda disajikan pada Tabel 2-4. Jenis-jenis dominan tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya berat memiliki diameter semai rata-rata sebesar 8,74 mm, tinggi semai rata-rata sebesar 90 cm,

panjang daun rata-rata sebesar 13,4 cm, lebar daun rata-rata sebesar 5,0 cm, dan ketebalan daun rata-rata sebesar 0,09 mm. Karyati (2007) melaporkan bahwa perbedaan intensitas cahaya yang diterima jenis jati (*Tectona grandis* Linn. f.) dan Mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq) akan mempengaruhi sifat morfologis, yaitu panjang dan lebar daun, dimana pada tempat terbuka panjang dan lebar daun lebih besar dibandingkan dengan tempat yang ternaung.

Tabel 2. Karakteristik morfologis daun jenis-jenis dominan tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya berat

No.	Jenis/ Nama lokal	Diameter (mm)	Tinggi (cm)	Kedudukan Daun	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Ketebalan Daun (mm)
1	Bengkil	10,0	120	Atas	21,0	7,5	0,07
				Tengah	16,0	4,5	0,05
				Bawah	24,0	6,0	0,07
				Rataan	20,3	6,0	0,06
2	<i>Syzygium sp.</i>	4,5	61	Atas	10,0	4,0	0,12

No.	Jenis/ Nama lokal	Diameter (mm)	Tinggi (cm)	Kedudukan Daun	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Ketebalan Daun (mm)
3	Legang	20,8	200	Tengah	7,0	3,0	0,15
				Bawah	7,0	3,0	0,17
				Rataan	8,0	3,3	0,15
				Atas	15,5	6,0	0,08
				Tengah	13,5	5,5	0,08
				Bawah	14,5	5,0	0,11
				Rataan	14,5	5,5	0,09
4	<i>Coffea sp.</i>	3,0	30	Atas	12,5	4,5	0,09
				Tengah	14,5	5,0	0,07
				Bawah	10,5	5,0	0,06
				Rataan	12,5	4,8	0,07
5	<i>Ochanostachys amentacea</i>	5,4	39	Atas	12,0	5,0	0,07
				Tengah	13,0	6,0	0,08
				Bawah	9,5	4,5	0,07
				Rataan	11,5	5,2	0,07
				Atas	14,2	5,4	0,08
Rataan	8,74	90	Tengah	12,8	4,8	0,09	
			Bawah	13,1	4,7	0,10	
			Rataan	13,4	5,0	0,09	
Maksimum	3	30		12,8	4,7	0,08	
Minimum	20,8	200		14,2	5,4	0,10	

Tabel 3. Karakteristik morfologis daun jenis-jenis dominan tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya sedang

No.	Jenis/ Nama lokal	Diameter (mm)	Tinggi (cm)	Kedudukan Daun	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Ketebalan Daun (mm)
1	Punai	9,9	103	Atas	27,0	10,5	0,10
				Tengah	19,5	8,0	0,15
				Bawah	12,5	7,0	0,14
				Rataan	19,7	8,5	0,13
2	Legang	4,5	20	Atas	8,0	4,5	0,05
				Tengah	11,5	4,5	0,04
				Bawah	9,5	4,0	0,06
3	Bengkil	10,7	128	Rataan	9,7	4,3	0,05
				Atas	14,5	5,5	0,05
				Tengah	12,0	4,5	0,08
4	<i>Syzygium sp.</i>	4,7	36	Bawah	14,5	4,0	0,09
				Rataan	13,7	4,7	0,08
				Atas	15,0	6,0	0,08
5	<i>Coffea sp.</i>	4,0	82	Tengah	9,5	4,5	0,05
				Bawah	10,0	4,0	0,06
				Rataan	11,5	4,8	0,06
				Atas	14,5	6,0	0,07
Rataan	6,76	73,8	Tengah	18,0	4,5	0,07	
			Bawah	12,5	4,0	0,06	
			Rataan	15,0	4,8	0,07	
			Atas	15,8	6,5	0,07	
Maksimum	4	20	Tengah	14,1	5,2	0,08	
			Bawah	11,8	4,6	0,08	
			Rataan	13,9	5,4	0,08	
Minimum	10,7	128		11,8	4,6	0,07	
				15,8	6,5	0,08	

Diameter dan tinggi rata-rata jenis-jenis dominan pada paparan cahaya sedang sebesar 6,76 mm dan 73,8 cm. Sedangkan panjang daun, lebar daun, dan ketebalan daun rata-rata pada lokasi penelitian ini berturut-turut sebesar 13,9 cm, 5,4 cm, dan 0,08 mm. Hasil menunjukkan bahwa pada paparan cahaya ringan, beberapa karakteristik morfologis berupa diameter, tinggi, panjang daun, lebar daun, dan ketebalan daun rata-rata masing-masing sebesar 11 cm, 108,2 cm, 16,5 cm, 6,1 cm, dan 0,06 mm. Diana (2011) menyatakan bahwa intensitas cahaya yang kurang pada semai *Shorea parvifolia* dapat menghambat proses fotosintesis. Kurangnya intensitas cahaya juga menyebabkan pertumbuhan diameter menjadi terhambat, tetapi memacu pertumbuhan tinggi semai itu sendiri. Harris (1999) menyatakan

bahwa peningkatan luas daun merupakan salah satu mekanisme toleransi terhadap naungan guna memperoleh cahaya yang lebih banyak atau optimalisasi penerimaan cahaya oleh tanaman. Diana (2011) mengemukakan bahwa kualitas dan intensitas cahaya sebagai faktor tunggal berpengaruh besar pada pertumbuhan diameter, sedangkan penambahan daun sangat dipengaruhi oleh kualitas cahaya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ketebalan daun lebih kecil pada tempat yang ternaung (paparan cahaya ringan) dibandingkan tempat terbuka (paparan cahaya berat). Ketebalan daun rata-rata sebesar 0,09 mm pada paparan cahaya berat (tempat relatif terbuka), diikuti paparan cahaya sedang sebesar 0,08 mm dan paparan cahaya ringan (tempat ternaung) sebesar 0,06 mm.

Tabel 4. Karakteristik morfologis daun jenis-jenis dominan tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya ringan

No.	Jenis/ Nama lokal	Diameter (mm)	Tinggi (cm)	Kedudukan Daun	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Ketebalan Daun (mm)
1	<i>Syzygium sp.</i>	6,0	52	Atas	12,5	4,5	0,09
				Tengah	11,0	4,5	0,12
				Bawah	15,5	5,5	0,12
				Rataan	13	4,8	0,11
2	<i>Archidendron sp.</i>	8,0	90	Atas	12,5	5,5	0,05
				Tengah	17,0	6,0	0,05
				Bawah	18,0	6,5	0,04
				Rataan	15,8	6,0	0,05
3	Legang	14,5	200	Atas	13,5	5,0	0,06
				Tengah	14,0	5,0	0,05
				Bawah	11,0	4,5	0,04
				Rataan	12,8	4,8	0,05
4	<i>Litsea garciae</i>	12,2	107	Atas	24,0	9,0	0,07
				Tengah	22,0	10,0	0,06
				Bawah	19,5	8,5	0,07
				Rataan	21,8	9,2	0,07
5	Punai	14,3	92	Atas	21,0	6,0	0,05
				Tengah	16,5	6,0	0,05
				Bawah	19,0	5,5	0,04
				Rataan	18,8	5,8	0,05
	Rataan	11	108,2	Atas	16,7	6,0	0,06
				Tengah	16,1	6,3	0,07
				Bawah	16,6	6,1	0,06
				Rataan	16,5	6,1	0,06
	Maksimum	6	52		16,1	6,0	0,06
	Minimum	14,5	200		16,7	6,3	0,07

2. Karakteristik anatomis daun tingkat semai

Karakteristik anatomis daun tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya yang berbeda disajikan pada Tabel 5-7. Karakteristik anatomis daun tingkat semai pada hutan dengan paparan

cahaya berat memiliki kandungan klorofil rata-rata sebesar 45,5% dengan tipe stomata permukaan bagian atas kelima jenis dominan sama (tidak terlihat), sedangkan permukaan bagian bawah beberapa jenis diantaranya memiliki tipe stomata sama yaitu tipe parasitik

(Bengkil, Legang, dan *Ochanostachys amentacea*). Hutan dengan paparan cahaya sedang memiliki kandungan klorofil rata-rata sebesar 46,0%, pada permukaan atas daun beberapa jenis diantaranya memiliki tipe stomata sama yaitu tipe anomositik (Punai, Legang, dan Bengkil) dan permukaan bagian bawah beberapa jenis memiliki tipe stomata parasitik (Punai, *Syzygium sp.*, dan *Coffea sp.*), serta bertipe stomata diasitik (Legang

dan Bengkil). Hutan dengan paparan cahaya ringan memiliki kandungan klorofil rata-rata sebesar 42,7% dengan tipe stomata permukaan bagian atas kelima jenis dominan sama (anomositik), sedangkan permukaan bagian bawah memiliki tipe stomata anomositik (*Syzygium sp.* dan *Archidendron sp.*) dan tipe parasitik (Legang, *Litsea garciae*, dan Punai).

Tabel 5. Karakteristik anatomis daun jenis-jenis dominan tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya berat

No.	Jenis	Famili	Kedudukan Daun	Kandungan Klorofil (%)	Bentuk Stomata	
					Permukaan Atas	Permukaan Bawah
1	Bengkil	-	Atas	49,6	Tidak terlihat	Parasitik
			Tengah	50,5		
			Bawah	48,3		
			Rataan	49,5		
2	<i>Syzygium sp.</i>	Myrtaceae	Atas	51,9	Tidak terlihat	Bidiasitik
			Tengah	39,0		
			Bawah	46,3		
			Rataan	45,7		
3	Legang	-	Atas	43,7	Tidak terlihat	Parasitik
			Tengah	43,4		
			Bawah	37,4		
			Rataan	41,5		
4	<i>Coffea sp.</i>	Rubiaceae	Atas	41,0	Tidak terlihat	Diasitik
			Tengah	42,4		
			Bawah	46,3		
			Rataan	43,2		
5	<i>Ochanostachys amentacea</i>	Olacaceae	Atas	45,5	Tidak terlihat	Parasitik
			Tengah	51,0		
			Bawah	45,8		
			Rataan	47,4		
	Rataan		Atas	46,3		
			Tengah	45,3		
			Bawah	44,8		
			Rataan	45,5		
	Minimum			44,8		
	Maksimum			46,3		

Tabel 6. Karakteristik anatomis daun jenis-jenis dominan tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya sedang

No.	Jenis	Famili	Kedudukan Daun	Kandungan Klorofil (%)	Bentuk Stomata	
					Permukaan Atas	Permukaan Bawah
1	Punai	-	Atas	42,8	Anomositik	Parasitik
			Tengah	42,0		
			Bawah	42,0		
			Rataan	42,3		
2	Legang	-	Atas	40,1	Anomositik	Diasitik
			Tengah	48,4		
			Bawah	45,8		

No.	Jenis	Famili	Kedudukan Daun	Kandungan Klorofil (%)	Bentuk Stomata	
					Permukaan Atas	Permukaan Bawah
3	Bengkil	-	Rataan	44,8	Anomositik	Diasitik
			Atas	47,6		
			Tengah	58,1		
			Bawah	55,2		
4	<i>Syzygium sp.</i>	Myrtaceae	Rataan	53,6	Tidak terlihat	Parasitik
			Atas	47,1		
			Tengah	47,8		
			Bawah	49,5		
5	<i>Coffea sp.</i>	Rubiaceae	Rataan	48,1	Tidak terlihat	Parasitik
			Atas	36,4		
			Tengah	43,9		
			Bawah	42,8		
			Rataan	41,0		
			Atas	42,8		
	Rataan		Tengah	48,0		
			Bawah	47,1		
			Rataan	46,0		
	Minimum			42,8		
	Maksimum			48,0		

Levitt (1980) menggolongkan adaptasi tanaman terhadap naungan melalui dua mekanisme yaitu mekanisme penghindaran (*avoidance*) dan mekanisme toleransi (*tolerance*). Mekanisme penghindaran berkaitan dengan perubahan anatomi dan morfologi daun untuk memaksimalkan penangkapan cahaya dan fotosintesis yang efisien, seperti peningkatan luas daun dan kandungan klorofil serta penurunan tebal daun, rasio klorofil a/b, jumlah kutikula, lilin, bulu daun, dan pigmen antosianin. Marjenah (2007) menyebutkan bahwa tanaman yang ditanam di bedeng dengan naungan 2 lapis sarlon mempunyai kandungan klorofil lebih tinggi dari

pada yang ditanam di bedeng dengan naungan 1 lapis sarlon dan tanpa naungan. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan perbedaan naungan menyebabkan terjadinya perubahan anatomis tumbuhan, dalam hal ini kandungan klorofil meningkat pada tanaman yang diberi naungan. Hal ini juga diperjelas oleh Hadriyanto (2007) yang menyimpulkan bahwa semai *S. pauciflora* memiliki jumlah klorofil tertinggi saat mendapatkan perlakuan sarlon hitam tiga lapis (banyak naungan) dan terendah ditunjukkan oleh perlakuan sarlon hijau satu lapis (sedikit naungan).

Tabel 7. Karakteristik anatomis daun jenis-jenis dominan tingkat semai pada hutan dengan paparan cahaya ringan

No.	Jenis	Famili	Kedudukan Daun	Kandungan Klorofil (%)	Bentuk Stomata	
					Permukaan Atas	Permukaan Bawah
1	<i>Syzygium sp.</i>	Myrtaceae	Atas	36,9	Anomositik	Anomositik
			Tengah	41,1		
			Bawah	39,7		
			Rataan	39,2		
2	<i>Archidendron sp.</i>	Fabaceae	Atas	33,5	Anomositik	Anomositik
			Tengah	41,9		
			Bawah	42,8		
			Rataan	39,4		
3	Legang	-	Atas	50,5	Anomositik	Parasitik
			Tengah	49,9		
			Bawah	47,7		

No.	Jenis	Famili	Kedudukan Daun	Kandungan Klorofil (%)	Bentuk Stomata	
					Permukaan Atas	Permukaan Bawah
4	<i>Litsea garciae</i>	Lauraceae	Rataan	49,4	Anomositik	Parasitik
			Atas	41,4		
			Tengah	42,4		
			Bawah	33,4		
			Rataan	39,1		
5	Punai	-	Atas	46,7	Anomositik	Parasitik
			Tengah	47,6		
			Bawah	45,3		
			Rataan	46,5		
			Atas	41,8		
	Rataan		Tengah	44,6		
			Bawah	41,8		
			Rataan	42,7		
	Minimum			41,8		
	Maksimum			44,6		

Ransun (2016) melaporkan bahwa karakteristik anatomis daun tumbuhan herba di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dengan paparan cahaya ringan untuk jenis-jenis paling dominan berdasarkan *summed dominance ratio* (SDR) yaitu *Nephrolepis biserrata* dan *Calamus diepenhorstii* mempunyai tipe stomata anomositik, sedangkan *Stenochlaena palustris* dan *Calhatea concina* bertipe stomata anisositik. Lokasi yang mendapat paparan cahaya sedang didominasi *Bambusa sp.*, *Calamus diepenhorstii*, dan *Sphatolobus ferrugineus* yang mempunyai tipe stomata anomositik, sedangkan *Tetracera scandens* memiliki tipe stomata aktonositik dan tipe stomata *Calathea concina* adalah anisositik. Hutan yang mendapat paparan cahaya berat didominasi oleh *Bauhinia semibifida*, *Bambusa sp.*, dan *Calamus diepenhorstii* yang memiliki tipe stomata anomositik, sedangkan *Calathea concina* dan *Chassalia curviflora* dengan tipe stomata anisositik. Hasil menunjukkan bahwa paparan cahaya berbeda menyebabkan perbedaan karakteristik morfologis dan anatomis daun jenis-jenis yang tumbuh pada tempat tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak M. Agus Adhi, Bapak Singkir, Jhen Rio Ransun, S.Hut, Jhanariah, dan Bahri Purba Tangoi yang banyak membantu selama pengambilan data di lapangan dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief A. 1994. Hutan, hakikat dan pengaruhnya terhadap lingkungan. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Diana R. 2011. Pengaruh kualitas dan intensitas cahaya terhadap karakteristik photomorfogenesis semai *Shorea parvifolia* Dyer. Ecology and Conservation Journal for Tropical Studies, 1(2): 106-113.
- Evans JR, Poorter H. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth Irradiance: The relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. Plant Cell Environ, 24: 755-767.
- Fahn A. 1992. Anatomi tumbuhan. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Fitter AH, Hay RKM. 1994. Fisiologi lingkungan tanaman (Diterjemahkan oleh Andani S dan Purbayanti ED). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RL. 1991. Physiology of crop plants (Diterjemahkan oleh Susilo H). Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hadriyanto D. 2007. Perkembangan morfologis semai *Shorea pauciflora* King. pada intensitas dan kualitas cahaya berbeda. Rimba Kalimantan, 12(2): 92-101.
- Harris A. 1999. Karakteristik iklim mikro dan respon tanaman padi gogo pada pola tanam sela dengan tanaman karet. Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Haryanti S. 2010. Pengaruh naungan yang berbeda terhadap jumlah stomata dan ukuran porus stomata daun *Zephyranthes rosea* Lindl. Buletin Anatomi dan Fisiologi, 18(1): 41-48.
- Juraimi AS, Drennan DSH, Anuar N. 2004. The effects of shading on the growth, development and partitioning of biomass in bermudagrass (*Cynodondactylon* (L.) Pers). J Biol Sci 4: 756-762.
- Karyati. 2007. Pengaruh perbedaan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan respon morfologi jati (*Tectona grandis* Linn. f.) dan mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.). Rimba Kalimantan, 12(2): 82-91.
- Karyati. 2015. Pengaruh iklim terhadap jumlah kunjungan wisata di Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS). Jurnal Riset Kaltim, 3(1): 51-59.
- Karyati, Ardianto S, Syafrudin M. 2016. Fluktuasi iklim mikro di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Agrifor, XV(1): 83-92.
- Khumaida N. 2002. Studies on adaptability of soybean an upland rice to shade stress. Disertasi. The University of Tokyo. Tokyo.
- KRUS. 2013. Laporan tahunan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) Tahun 2013. KRUS, Samarinda.
- KRUS. 2014. Laporan tahunan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) Tahun 2014. KRUS, Samarinda.
- Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stresses, water, radiation, salt, and other stresses. Vol. II. Academic Press, Inc. London.
- Linsley RK, Kohler MA, Joseph LH. 1986. Hidrologi untuk insinyur. Erlangga. Jakarta.
- Marjenah. 2001. Pengaruh perbedaan naungan di persemaian terhadap pertumbuhan dan respon morfologi dua jenis meranti. Rimba Kalimantan, 6(2).
- Mutaqin AZ, Budiono R, Pramasyka CR. 2013. Adaptasi mangrove *Ceriops tagal* Lamk. terhadap cahaya di Bedul dan Grajagan Taman Nasional Alas Purwo. Prosiding Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS: 279-283.
- Pantilu LI, Mantiri, FR, Nio SA, Pandiangan D. 2012. Respon morfologi dan anatomi kecambah kacang kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill) terhadap intensitas cahaya yang berbeda. Bioslogos, 2(2): 80-87.
- Ransun JR. 2016. Karakteristik morfologis dan anatomis daun tumbuhan herba pada paparan cahaya berbeda di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Skripsi Sarjana Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. (Tidak Dipublikasikan).
- Sirait J. 2008. Luas daun, kandungan klorofil dan laju pertumbuhan rumput pada naungan dan pemupukan yang berbeda. JITV, 13(2): 109-116.
- Sopandie D, Chozin MA, Sastrosumarjo S, Juhaeti T, Sahardi. 2003. Toleransi padi gogo terhadap naungan. Hayati, 10: 71-75.
- Tjasjono B. 1999. Klimatologi umum. Institut Teknologi Bandung Press. Bandung.
- Wisnubroto S. 1999. Meteorologi pertanian Indonesia. Mitra Gama Widya. Yogyakarta.