



Website : <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPKS>

Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatera

Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatera. Vol. 2. No. 1. (2021) 49 - 57

eISSN 2581-270X pISSN 2598-0572



Pertumbuhan Semai *Shorea balangeran* (Korth.) Burck Pada Berbagai Intensitas Cahaya

(The growth of Shorea balangeran (Korth.) Burck seedling in different light intensity)

Tri Atmoko^{1*}

¹Balai Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumberdaya Alam
Jl. Soekarno Hatta Km 38, Sungai Merdeka Samboja, Kalimantan Timur

*Email: three.atmoko@gmail.com

Article History:

Received 7 Agust 2018; Received in revised form 23 September 2019;

Accepted 25 Maret 2021; Available online since 1 April 2021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan semai *Shorea balangeran* (Korth.) Burck pada berbagai tingkat intensitas cahaya. Penelitian dilakukan di persemaian. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan dilakukan dengan menutup bagian atas semai dengan sarlon berwarna hitam sebanyak satu lapis, dua lapis, tiga lapis dan naungan alami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan intensitas cahaya berpengaruh nyata terhadap tinggi, diameter, luas daun dan berat kering total, namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Pertumbuhan semai *S. balangeran* tertinggi terjadi pada perlakuan naungan alami. Penyimpanan semai *S. balangeran* dengan mengurangi intensitas cahaya matahari dapat dilakukan dan kualitas bibit yang dihasilkan tetap terjaga.

Kata Kunci: Intensitas cahaya, pertumbuhan, *Shorea balangeran* (Korth.) Burck

ABSTRACT

The aim of this research was to examine the effect of light intensity on the growth of *Shorea balangeran* (Korth.) Burck seedling. This research was carried out at the nursery. The experiment was arranged in Randomized Complete Design with four treatments and three replications. Light intensity was rated using single, double and triple layers of black sarlon on top of the seedlings and natural shading. The result of the research showed that the increased in light intensity significantly decreased the growth of height, diameter, leaves area and total dry weight, but not the number of leaves. The highest growth of *S. balangeran* seedlings occurred in the natural shading treatment. The storage of *S. balangeran* seedlings in the nursery can be done by reducing the intensity of the light while still maintains its quality.

Keyword: light intensity, growth, *Shorea balangeran* (Korth.) Burck

I. PENDAHULUAN

Shorea balangeran adalah salah satu jenis dari suku Dipterocarpaceae yang secara alami tumbuh pada daerah rawa gambut. Kayu jenis ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi, karena memiliki kelas awet II dan kelas kuat II (Martawijaya *et al.*, 1989). Seiring dengan kegiatan eksploitasi yang tidak terkendali untuk memenuhi permintaan pasar, menyebabkan jenis ini semakin langka dan sulit dijumpai. Menurut tingkat kelangkaannya, *S. balangeran*

masuk dalam kategori *critically endangered* (Ashton, 1998), sehingga diperlukan upaya pengembangan jenis tersebut untuk kegiatan konservasi. Selain itu, pengembangan jenis ini juga berpotensi sebagai jenis yang digunakan untuk merehabilitasi lahan kritis (Yassir & Mitikauji, 2007).

Seperti jenis dari suku Dipterocarpaceae lainnya, perbanyakan jenis *S. balangeran* secara generatif melalui biji masih menjadi kendala. Selain dikarenakan musim berbunga

dan berbuahnya yang tidak pasti, jenis ini termasuk jenis rekalsitran sehingga benihnya tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama (Nurhasybi *et al.*, 2003). Walaupun menurut Herdiana *et al.* (2008) pertumbuhan bibit asal cabutan alam umumnya relatif lebih lambat dibandingkan dengan bibit yang berasal dari biji, namun penggunaan cabutan anakan alam dapat menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk perbanyakkan *S. balangeran* ini.

Mengingat penyimpanan biji *S. balangeran* perlu teknik penanganan khusus untuk bisa disimpan lama dan ketersediaannya yang tidak selalu ada setiap tahunnya, maka penyimpanan dalam bentuk semai di persemaian bisa menjadi salah satu solusi. Penyimpanan dalam bentuk semai bertujuan untuk menyediakan bibit saat pohon induk tidak memproduksi buah dalam jumlah yang cukup. Salah satu cara penyimpanan semai adalah dengan memanipulasi kondisi lingkungan di persemaian, yaitu intensitas cahaya. Intensitas cahaya matahari merupakan salah satu kondisi lingkungan yang memungkinkan untuk dioptimalkan selama di persemaian. Hal itu dikarenakan cahaya adalah salah satu faktor lingkungan yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Secara fisiologis, cahaya berpengaruh langsung pada metabolisme melalui fotosintesis, sedangkan secara tidak langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Olle & Viršilė, 2013). Melalui pengaturan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh semai *S. balangeran*, maka ukuran dan pertumbuhan bibit dapat dipercepat maupun diperlambat sesuai dengan rencana tata waktu dan musim yang tepat untuk melakukan penanaman di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan bibit *S. balangeran* di persemaian.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di areal persemaian

Km. 7 Arah Semoi dan laboratorium Balai Penelitian Teknologi Perbenihan (BPTP) Samboja (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam) yang berlangsung selama 4 (empat) bulan, mulai bulan Juni sampai dengan September 2009.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah bibit *S. balangeran* yang berasal dari cabutan anakan alam yang diperoleh dari Sumber Benih Saka Kajang, Kabupaten Jabiren-Kalimantan Tengah, sarlon warna hitam, *topsoil*, *polybag* ukuran 15 x 20 cm. Peralatan yang digunakan adalah: timbangan analitik, oven, spidol permanen, kamera, kaliper, lux meter, mistar dan *handsprayer*.

C. Tahapan Pelaksanaan atau Rancangan Penelitian

Anakan alam *S. balangeran* yang berada di bawah tajuk pohon induk dicabut secara hati-hati agar akarnya tidak banyak yang putus. Sebagai prosedur standard penanganan bibit cabutan di persemaian BPTP Samboja, bibit disapih pada *polybag* berukuran 8 x 15 cm yang berisi *topsoil* dan dilakukan penyungkupan selama ± 3 (tiga) minggu. Secara bertahap bibit dilakukan aklimatisasi dengan kondisi lingkungan di luar sungkup sekitar 5 hari. Setelah kondisi bibit stabil di luar sungkup dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan, dilakukan seleksi untuk mendapatkan bibit yang relatif seragam kondisinya. Kondisi awal bibit tersaji pada Tabel 1.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap menggunakan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah perbedaan intensitas cahaya dengan menggunakan sarlon warna hitam 1 (satu) lapis dan naungan alam, 2 (dua) lapis dan naungan alam, 3 (tiga) lapis dan naungan alam, serta naungan alam tanpa sarlon. Perlakuan naungan alam adalah penutupan tajuk pohon yang ada di sekitar lokasi persemaian.

Kondisi intensitas cahaya selama penelitian tersaji pada Tabel 2. Jumlah satuan percobaan pada masing-masing ulangan

sebanyak 30 bibit, sehingga jumlah bibit yang digunakan sebanyak 360 bibit.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi: diameter batang, tinggi, jumlah daun, dan berat kering. Pertumbuhan bibit dibandingkan antara hasil pengukuran awal sebelum perlakuan dengan data pengukuran akhir.

Berat kering total diperoleh dengan mencabut bibit. Tiap satuan perlakuan pada masing-masing ulangan dicabut 10 bibit, namun bagian batang dan daun diperhitungkan sebagai bagian pucuk (*Top*) untuk perhitungan *T/R ratio* (Hadriyanto, 2007). Kedua bagian di oven pada suhu 80°C selama 48 jam.

Tabel 1. Kondisi bibit *Shorea balangeran* pada awal pengamatan

Table 1. Early condition of *Shorea balangeran* seedlings

No	Parameter (Variables)	Rata-rata (Mean)
1	Tinggi semai/Height of seedling (cm)	7,62 ± 1,20
2	Diameter semai/Diameter of seedling (cm)	0,83 ± 0,17
3	Jumlah daun/Number of leaves (helai)	3,01 ± 0,30
4	Panjang daun/Length of leaves (cm)	2,20 ± 0,34
5	Lebar daun/Wide of leaves (cm)	1,15 ± 0,20

Tabel 2. Intensitas cahaya pada lokasi penelitian

Table 2. Light intensity of research location

Waktu (Times)	Kerapatan Naungan (Shading density)	Rata-rata intensitas cahaya tiap bulan (Mean of light intensity each months) (lux)				Rata-Rata (Average)
		Bulan ke-1 (1 st month)	Bulan ke-2 (2 nd month)	Bulan ke-3 (3 rd month)	Bulan ke-4 (4 th month)	
Pukul 09.00 (9 a.m.)	NA	7.299±2.112	7.083±1.797	8.489±1.583	8.437±1.883	7.827±1.787
	NA + N1	4.777±710	4.920±1.614	5.416±1.222	5.299±1.193	5.103±1.238
	NA + N2	3.384±525	4.013±1.393	4.550±1.111	4.368±1.057	4.079±1.081
	NA + N3	2.348±409	2.588±858	2.926±722	2.894±735	2.689±707
Pukul 12.00 (12 a.m.)	NA	9.460±3.242	8.029±2.804	9.476±2.497	8.921±2.542	8.972±2.874
	NA + N1	8.030±1.673	5.403±1.314	6.397±1.887	6.182±1.893	6.503±1.804
	NA + N2	6.098±1.500	3.917±1.318	4.592±1.417	4.592±1.376	4.800±1.445
	NA + N3	4.689±1.265	2.654±786	3.269±1.122	3.441±1.619	3.513±1.234
Pukul 15.00 (3 p.m.)	NA	7.757±2.158	7.413±2.112	7.523±1.555	7.523±1.481	7.554±1.799
	NA + N1	5.737±1.477	5.385±1.509	5.353±1.002	5.353±962	5.457±1.260
	NA + N2	4.263±966	3.825±1.294	3.953±1.227	3.953±1.157	3.999±1.143
	NA + N3	2.642±583	2.604±822	2.558±883	2.380±837	2.546±779

Keterangan (Remarks): NA = Naungan Alam (Natural shading); NA+N1 = Sarlon 1 lapis (1 layer shading net); NA+N2 = Sarlon 2 lapis (2 layers shading net); NA+N3 = Sarlon 3 lapis (3 layers shading net)

Selanjutnya dilakukan penimbangan berat kering tiap-tiap bagian.

D. Analisis Data

Data ditabulasi dan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan apabila ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan akan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey. Sedangkan untuk mengetahui

rasio pucuk-akar (T/R ratio) dilakukan dengan membandingkan berat kering bagian atas (daun dan batang) dengan berat kering akar menggunakan rumus yang dimodifikasi dari Hadriyanto (2007):

$$T/R \text{ ratio} = \frac{Bb + Bd}{Ba}$$

T/R ratio : Rasio pucuk-akar

Bb : Berat kering batang (g)

Bd : Berat kering daun (g)
Ba : Berat kering akar (g)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

Hasil analisis sidik ragam yang disajikan pada Lampiran 1 menunjukkan bahwa intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter semai, berpengaruh nyata terhadap luas daun dan berat kering total namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun.

Berdasarkan uji lanjut diketahui bahwa intensitas cahaya berpengaruh positif terhadap

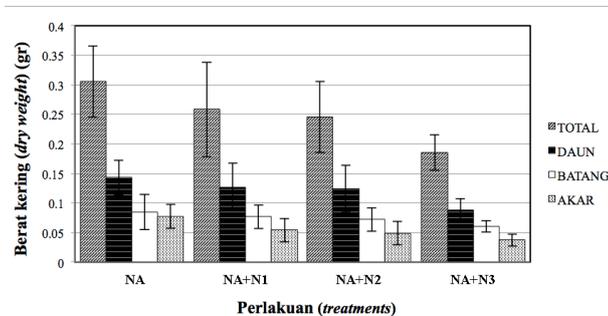
pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun dan berat kering total semai, walaupun pada jumlah daun pertumbuhannya tidak berbeda nyata (Tabel 3). Persentase hidup tertinggi justru terjadi pada naungan alam sebesar 96,7%, sedangkan pada perlakuan naungan alam dengan sarlon 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis persentase hidupnya berturut-turut 86,7%, 94,4% dan 95,6%. Hasil pengukuran berat kering total semai menunjukkan pertumbuhan terbesar terjadi pada naungan alami dan semakin menurun seiring dengan berkurangnya intensitas cahaya (Gambar 1).

Tabel 3. Hasil Uji Tukey terhadap tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun dan berat kering total
Table 3. Result of Tukey test on height, diameter, number of leaves, leaves area and total dry weight

Intensitas Cahaya (<i>Light intensity</i>)	Tinggi (<i>Height</i>) (cm)	Diameter (<i>Diameter</i>) (cm)	Jumlah Daun (<i>Number of leaves</i>)	Luas Daun (<i>Leaves area</i>) (cm ²)	Berat Kering total (<i>total dry weight</i>) (gr)
Naungan Alam (<i>Natural shading</i>)	6,36±0,05 a	0,53±0,11 a	2,71±0,05	7,97±0,67 a	0,28±0,06 a
Naungan Alam + Sarlon 1 lapis (<i>Natural shading + 1 layer shading net</i>)	5,90±0,40 ab	0,41±0,09 ab	2,57±0,07	7,46±0,92 a	0,26±0,28 ab
Naungan Alam + Sarlon 2 lapis (<i>Natural shading + 2 layers shading net</i>)	5,43±0,16 b	0,35±0,04 ab	2,39±0,19	7,27±0,52 a	0,25±0,06 ab
Naungan Alam + Sarlon 3 lapis (<i>Natural shading + 3 layers shading net</i>)	4,32±0,45 c	0,21±0,00 b	2,12±0,47	5,23±0,92 b	0,19±0,03 b

Catatan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan bahwa antar perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Tukey pada taraf nyata 5%

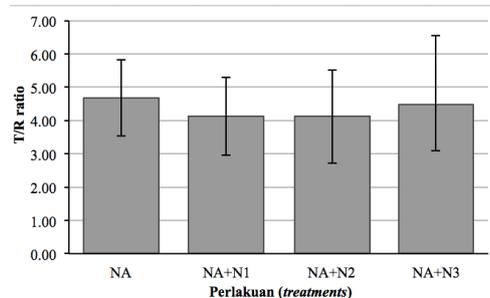
Note : The same letter in the same column shows that there is not significant difference among treatments based on Tukey's test at level of 5%



Keterangan (*Remark*): NA = Naungan Alam (*Natural shading*); NA+N1 = Sarlon 1 lapis (*1 layer shading net*); NA+N2 = Sarlon 2 lapis (*2 layers shading net*); NA+N3 = Sarlon 3 lapis (*3 layers shading net*)

Gambar 1. Berat kering total semai Shorea balangeran
Figure 1. Total dry weight of seedling of Shorea balangeran

Kondisi rasio pucuk-akar pada semai *S. balangeran* menunjukkan perbandingan tertinggi terjadi pada perlakuan naungan alam, selanjutnya perbandingan semakin rendah pada perlakuan sarlon 3 lapis, 2 lapis dan 1 lapis (Gambar 2).



Keterangan (Remark): NA = Naungan Alam (*Natural shading*); NA+N1 = Sarlon 1 lapis (*1 layer shading net*); NA+N2 = Sarlon 2 lapis (*2 layers shading net*); NA+N3 = Sarlon 3 lapis (*3 layers shading net*)

Gambar 2. Rasio pucuk-akar semai *Shorea balangeran*
Figure 2. Total dry weight of seedling of *Shorea balangeran*

pada naungan alami justru memberikan pertumbuhan yang paling tinggi terhadap diameter dan tinggi semai. Pertumbuhan tersebut semakin menurun seiring dengan penambahan lapisan sarlon 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis. Pengaruh nyata terjadi pada luas daun dan berat kering total, yaitu pada empat perlakuan berkisar antara 5,23-7,97 cm² (luas daun) dan 0,19-0,28 gr (berat kering total).

Berdasarkan fenomena yang terjadi menunjukkan bahwa jenis *S. balangeran* termasuk jenis yang semi-toleran terhadap intensitas cahaya matahari yang tinggi namun pertumbuhan tingginya akan tertekan saat berada di bawah naungan. Hasil yang sama terjadi pada penelitian Hadriyanto (2007) terhadap jenis *Shorea pauciflora*, yang menunjukkan bahwa pengaturan intensitas cahaya dengan menggunakan sarlon warna hitam cenderung memberikan pengaruh yang negatif terhadap pertumbuhan diameter batang semai searah dengan bertambahnya jumlah lapisan sarlon, namun tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tingginya. Sedangkan penelitian Marjenah (2001) menunjukkan bahwa pemberian naungan sarlon hitam dua lapis berpengaruh positif terhadap riap

B. PEMBAHASAN

Secara umum perbedaan intensitas cahaya berpengaruh terhadap tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun dan berat kering total. Pengaruh sangat nyata terjadi pada pertumbuhan tinggi dan diameter, di mana

diameter dan tinggi semai *Shorea selanica*.

Pada jenis lain Herdiana *et al.* (2008) melaporkan bahwa pada jenis *Dysoxylum amoroides* intensitas cahaya berpengaruh berbanding terbalik terhadap tinggi dan diameternya, di mana pada intensitas cahaya rendah pertumbuhan tinggi semai semakin meningkat sedangkan diameternya semakin menurun. Namun untuk semai jenis *Madhuca asper* dan *Ermerillia ovalis* semakin rendah intensitas cahaya yang diterima mengakibatkan penurunan pertumbuhan tinggi dan diameter semai (Kurniaty & Heryati, 2003; Siahaan *et al.*, 2007).

Menurut Liu *et al.* (2016) luas daun (*leaf area*) akan lebih besar saat di bawah naungan sebagai kompensasi kekurangan cahaya untuk berfotosintesis. Namun dalam penelitian ini terjadi sebaliknya. Terjadi penurunan luas daun seiring dengan menurunnya intensitas cahaya matahari yang diterima semai *S. balangeran*. Hal itu dimungkinkan karena tanaman mengalami tekanan (stress) karena berkurangnya cahaya.

Pemberian naungan berpengaruh positif terhadap peningkatan rasio pucuk-akar, namun pada perlakuan naungan alam justru rasio

pucuk-akarnya paling tinggi mencapai 4,68. Penambahan naungan memicu mempercepat pertumbuhan tinggi semai untuk mendapatkan cahaya matahari yang diperlukan dalam proses fotosintesis, sedangkan pada naungan alam diperkirakan semai mendapatkan cahaya yang optimal sehingga menghasilkan T/R yang tinggi. Hadriyanto (2007) juga menyatakan bahwa pemberian naungan sarlon hitam sampai tiga lapis juga menunjukkan peningkatan rasio pucuk-akar pada semai *S. pauciflora* lebih dari 3,40. Nilai rasio pucuk-akar yang tinggi belum kualitas bibit yang baik. Lakitan (2004) menyatakan bahwa di daerah tropis, bibit akan lebih cocok apabila memiliki nilai rasio pucuk-akar yang kecil, sedangkan Daniel *et al.* (1987) menyatakan bahwa semai dengan rasio pucuk-akar yang seimbang akan meningkatkan keberhasilan penanaman di lapangan.

Penelitian ini secara umum menunjukkan bahwa pertumbuhan awal semai jenis *S. balangeran* sangat memerlukan cahaya dengan intensitas berkisar antara 7.554 – 8.972 lux, yaitu pada perlakuan naungan alami. Jenis *S. balangeran* merupakan jenis semi-toleran di mana pada awal pertumbuhannya sedikit memerlukan cahaya, namun sejalan dengan pertumbuhannya kebutuhan cahaya akan semakin meningkat (Ginting & Dharmawan 2007). Jenis tersebut mempunyai kemampuan bertahan hidup pada areal terbuka seperti lahan alang-alang, daerah kering, bekas terbakar dengan suhu yang relatif tinggi (Suardi, 1997; Omon, 1999). Pada penanaman di lapangan, jenis *S. balangeran* mampu hidup pada lahan kritis dan terbuka seperti areal reklamasi tambang batubara dengan intensitas cahaya berkisar antara 5.590-106.400 lux (Lestari *et al.*, 2019).

Penelitian Yassir dan Mitikauji (2007) menunjukkan bahwa jenis *S. balangeran* saat ditanam di lapangan mampu tumbuh dengan baik di areal terbuka meskipun tanpa naungan. Selanjutnya Yassir *et al.* (2003) melaporkan bahwa penanaman *S. balangeran* pada areal terbuka dengan sistem tumpang sari di areal alang-alang persen hidupnya mencapai 99%.

Menurut Syacraini (2000) dalam Hadriyanto (2007) *Shorea spp.* dapat tumbuh dengan optimal apabila mendapatkan cahaya dengan intensitas ringan, sedangkan Sutisna (1998) menyatakan intensitas cahaya terbaik untuk pertumbuhan *Shorea spp.* adalah 30 sampai dengan 50%.

Bibit *S. balangeran* memerlukan energi cahaya matahari yang banyak untuk aktifitas fotosintesis dan metabolisme lainnya untuk mendukung pertumbuhannya. Bahkan menurunnya intensitas cahaya yang diterima semai dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan. Menurut Siran (2007), secara umum semai jenis dipterokarpa yang tumbuh secara alami di bawah tajuk yang rapat dan hanya 1-2% cahaya yang dapat diterima mengakibatkan pertumbuhannya tertahan selama beberapa tahun dengan pertumbuhan tinggi hanya sekitar 2 cm/tahun. Jika dalam waktu tunggu tersebut tidak terbentuk rumpung maka semai tersebut akan mati. Hal itu didukung oleh Arief (1994) yang menyatakan bahwa cahaya matahari dapat menghambat pertumbuhan apabila jumlahnya terlalu minim, hal itu dikarenakan produksi hormon yang tumbuh dalam tanaman mengalami hambatan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penurunan intensitas cahaya matahari berpengaruh negatif terhadap perubahan dimensi dan pertumbuhan makromorfologis tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun dan berat kering total semai *S. balangeran*, walaupun pada jumlah daun pengaruhnya tidak signifikan.
2. Rasio pucuk-akar justru meningkat seiring dengan bertambahnya lapisan sarlon 1 lapis sampai dengan 3 lapis, namun tanpa naungan sarlon justru menghasilkan rasio pucuk-akar lebih tinggi.
3. Semai *S. balangeran* pertumbuhannya dapat dipercepat dengan memberikan cahaya matahari penuh (tanpa sarlon), namun jika semai akan dipertahankan

ukurannya (disimpan) maka intensitas cahayanya perlu dikurangi. Pengurangan cahaya matahari tersebut tetap menghasilkan bibit dengan kualitas relatif baik (rasio pucuk-akar tinggi), meskipun tidak sebaik tanpa naungan.

B. Saran

1. Untuk mengetahui lebih jauh pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan semai *S. balangeran* perlu dilakukan penelitian pengaruhnya terhadap mikromorfologis (ketebalan daun dan kandungan klorofil daun) semai *S. balangeran*.
2. Periode pengamatan perlu dilakukan lebih lama (6 bulan) untuk mengetahui berapa bulan bibit dapat disimpan di persemaian dengan kuantitas tetap terjaga baik dan dapat digunakan pada musim tanam berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Suhardi, Warsidi, Ariyanto dan Arbain, teknisi litkayasa yang telah membantu dalam memelihara bibit dan pengukuran obyek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A. (1994). *Hutan, hakekat dan pengaruhnya terhadap lingkungan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta
- Ashton, P. (1998). *Shorea balangeran*. *The IUCN Red List of Threatened Species 1998*: e.T33103A9756028. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T33103A9756028.en>. Downloaded on 03 January 2019.
- Daniel, T.W., J.A. Helms & F.S. Baker. (1987). *Prinsip-prinsip silvikultur*. Terjemahan: D. Marsono dan O.H. Soeseno. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. p. 212.
- Ginting A.N. & I.W.S. Dharmawan. (2007). Konservasi tanah dan fungsi hidrologi hutan tanaman dipterokarpa. *P. Parthama dan N. Juliaty* (eds). *Prosiding Seminar pengembangan hutan tanaman Dipterokarpa dan ekspose TPTII/SILIN*. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda. pp. 57-64.
- Hadriyanto, D. (2007). Perkembangan morfologi semai *Shorea pauciflora* King pada intensitas dan kualitas cahaya berbeda. *Rimba Kalimantan*. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. 12 (2): 92-101.
- Herdiana, N., A.H. Lukman, K. Mulyadi & T. Suhendar. (2008). Pengaruh konsentrasi dan frekuensi aplikasi pupuk daun terhadap pertumbuhan bibit meranti belangeran asal cabutan alam di persemaian. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Pusat Litbang Hutan Tanaman. Bogor. 5 (2): 147-154
- Kurniaty, R. & Y. Heryati. (2003). Pengaruh intensitas cahaya dan pemupukan terhadap pertumbuhan bibit cempaka hutan (*Ermerillia ovalis*). *Buletin Teknologi Perbenihan*. Puslitbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Bogor. X (2) : 147-157
- Lakitan, B. (2004). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lestari, D.A., A.P. Fiqa, Fauziah, & S. Budiharta. (2019) Growth evaluation of native tree species planted on post coal mining reclamation site in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas* 2(1): 134-143.
- Liu, Y., W. Dawson, D. Prati, E. Haeuser, Y. Feng, & M. van Kleunen (2016), Does greater specific leaf area plasticity help plants to maintain a high performance when shaded? *Annals of Botany* 118:1329-1336.
- Marjenah. (2001). Pengaruh perbedaan naungan di persemaian terhadap pertumbuhan dan respon morfologi dua jenis semai meranti. *Rimba Kalimantan*. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. Vol. VI (2) : 9-20.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, Y. I. Mandang, S.A. Prawira & K. Kadir (1989) *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan.
- Nurhasbi, Danu, J.S. Dede & F.D. Dharmawati. (2003). Kajian komprehensif benih tanaman hutan jenis-jenis Dipterocarpaceae. *Publikasi Khusus*. Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan, Bogor.
- Olle M & Viršilė A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and Food Science* 22: 223–234.
- Omon. R.M. (1999). *Pertumbuhan sepuluh jenis Dipterokarpa di areal Hutan Tanaman Industri PT. Inhutani I, Batuampar,*

- Balikpapan, Kalimantan Timur. Bulletin Penelitian Kehutanan, Balai Penelitian Kehutanan Samarinda. Vol. I.
- Siahaan, H., N. Herdiana & T. Rahman S. (2007). Pengaruh pemberian arang kompos dan naungan terhadap pertumbuhan bibit bambang lanang. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Pusat Litbang Hutan Tanaman. IV (1) : 215-221.
- Siran, S.A. (eds). (2007). *Status riset pengelolaan Dipterokarpa di Indonesia*. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kalimantan. Samarinda.
- Suhardi. (1997). Dipterocarp and mycorrhiza species adapted to the open area. *Proceeding of the International Workshop of BIO-REFOR*, Bangkok.
- Sutisna, M. (1998). Silvikultur hutan tanaman Indonesia. *Buku pembantu kuliah pada Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman*, Samarinda.
- Yassir, I., Suwaji & R.M. Omon (2003). Prospek pengembangan meranti rawa (*S. balangeran* Korth) pada lahan alang-alang dengan sistem agroforestry di areal rehabilitasi Samboja Lestari. *Dipterokarpa*, Balai Penelitian Kehutanan Samarinda. Vol. 7.
- Yassir, I. & Y. Mitikauji. (2007). Pengaruh penyiapan lahan terhadap pertumbuhan *Shorea leprosula* Miq. dan *Shorea balangeran* (Korth.) Burck pada lahan alang-alang di Samboja, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, Vol. I (1) : 23-35.

Lampiran 1. Hasil Analisis Sidik Ragam intensitas cahaya untuk parameter tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun dan berat kering total

Appendix 1. Results of analysis of variance on height, diameter, number of leaves, leaves area and total dry weight

Parameter (Variables)	Sumber Keragaman (Source of variance)	Derajat Bebas (Degrees of freedom)	Jumlah Kuadrat (Sum of square)	Kuadrat Tengah (Mean of square)	F hitung (F cal.)
Tinggi (Height)	Intensitas cahaya	3	6,923541	2,308481	23,62674 **
	galat	8	0,781436	0,097679	
	Total	11	7,704976		
Diameter (Diameter)	Intensitas cahaya	3	0,155569	0,051856	9,109015 **
	galat	8	0,045543	0,005693	
	Total	11	0,201112		
Jumlah Daun (Number of leaves)	Intensitas cahaya	3	0,610395	0,203465	3,091753 ns
	galat	8	0,526472	0,065809	
	Total	11	1,136867		
Luas Daun (Leaves area)	Intensitas cahaya	3	13,04367	4,347889	7,208507 *
	galat	8	4,825287	0,603161	
	Total	11	17,86895		
Berat kering total (Total dry weight)	Intensitas cahaya	3	0,015	0,005	4,903 *
	galat	8	0,008	0,001	
	Total	11	0,023		

Keterangan (Remark): * = Berpengaruh nyata pada taraf uji 5% (Significantly different at 5% test level); ** = Berpengaruh nyata pada taraf uji 1% (Significantly different at 1% test level), ns = Tidak berpengaruh nyata (Not significant)