

## PRODUKSI BUAH DAN BENIH MAHONI (*Swietenia macrophylla* King) BERDASARKAN DIAMETER TAJUK DAN KONDISI STOMATA DAUN

(*Fruit and Seed Production of Mahoni (Swietenia macrophylla King) at Various Crown Dimension and Leaf Stomata Condition*)

**Kurniawati Purwaka Putri, Agus Astho Pramono dan/and Dida Syamsuwida**

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan  
Jl. Pakuan Ciheuleut PO.BOX 105 Telp/ Fax. 0251-8327768 Kode Pos 16001, Bogor, Indonesia  
e-mail: niapurwaka70@gmail.com

Naskah masuk: 21 Juni 2018; Naskah direvisi: 24 September 2018; Naskah diterima: 19 Desember 2018

### ABSTRACT

*Seed and fruit production are strong related to the process of plant photosynthesis and leaves are the main organ in the photosynthesis process. All leaves characteristics such as morphology (leaf surface area), anatomy (stomata index and density) and physiology greatly influence organic compounds (assimilates) produced from photosynthesis. The aim of the study was to determine the effect of canopy width, stomata index and density, and leaf area on the production of fruit and seed of mahogany (Swietenia macrophylla). The study was carried out on a 21-years-old mahogany seed stand in Forest Research of Parungpanjang. The experimental design used was a completely randomized design with canopy diameter, leaf area, stomata density and stomata index as a treatments. Each treatment consists of 5 (five) classification levels. The result showed that fruit and seed production were affected by canopy diameter of the tree. Leaf area, stomata density and stomata index did not influence the production of produced fruit.*

**Keywords:** leaf, photosynthesis, stomata index, stomata density, certified seed sources

### ABSTRAK

Produksi buah dan benih berkaitan erat dengan proses fotosintesis tanaman. Daun adalah organ utama dalam proses fotosintesis. Semua karakteristik daun baik morfologi (luas permukaan daun), anatomi (kerapatan dan indeks stomata) maupun fisiologisnya sangat mempengaruhi senyawa organik (asimilat) yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh lebar tajuk, kerapatan dan indeks stomata serta luas daun terhadap tingkat produksi buah dan benih mahoni (*Swietenia macrophylla*). Penelitian dilakukan pada tegakan benih mahoni umur 21 tahun di Hutan Penelitian Parungpanjang, Bogor. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan diameter tajuk, luas daun, kerapatan stomata dan indeks stomata sebagai perlakuan. Setiap perlakuan terdiri dari 5 (lima) tingkat klasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi buah dan benih mahoni dipengaruhi oleh diameter tajuk pohon. Luas daun, kerapatan stomata dan indeks stomata tidak mempengaruhi produksi buah yang dihasilkan.

**Kata kunci:** daun, fotosintesis, indeks stomata, kerapatan stomata, sumber benih bersertifikat

### I. PENDAHULUAN

Mahoni daun lebar (*Swietenia macrophylla* King) termasuk keluarga Famili Meliaceae yang bernilai ekonomi tinggi. Saat ini keberadaan mahoni di hutan alam sudah masuk ke dalam daftar Appendix II CITES (Blundell, 2007). Dengan demikian, untuk

mencegah ancaman kepunahannya maka produksi kayu lestari mahoni berasal dari hutan tanaman baik milik negara maupun masyarakat harus dioptimalkan.

Produktivitas hutan dapat ditingkatkan melalui penggunaan benih unggul. Pembangunan hutan tanaman mahoni telah

diwajibkan menggunakan benih unggul yang berasal dari sumber benih bersertifikat sesuai Keputusan Menteri Kehutanan No.707/Menhut-II/2013. Sumber benih bersertifikat merupakan sumber benih yang kondisi dan pengelolaannya telah memenuhi persyaratan standar sumber benih yang ditetapkan guna menghasilkan benih tanaman hutan yang bermutu genetik tinggi. Salah satu syarat standar sumber benih adalah tegakan harus sudah berbunga dan berbuah serta mampu menghasilkan benih secara optimal (PDASHL, 2016). Produksi benih yang optimal sangat penting diperoleh untuk mengantisipasi terbatasnya keberadaan sumber benih bersertifikat di Indonesia (Santoso, 2011).

Tegakan mahoni yang berada di lokasi Hutan Penelitian Parungpanjang, Kabupaten Bogor merupakan salah satu kandidat sumber benih bersertifikat potensial. Keunggulan genetik dari tegakan mahoni tersebut adalah merupakan hasil uji progeni yang berasal dari berbagai populasi di Pulau Jawa (Bramasto, Sudrajat, Pujiastuti, & Danu, 2017). Rata-rata produksi benih yang dihasilkan dari sumber benih ini relatif masih rendah yaitu kurang dari  $1,5 \text{ kg.pohon}^{-1}$  (Syamsuwida, Pramono, Putri, Djam'an, & Pujiastuti, 2017). Mindawati dan Megawati (2013) menyatakan bahwa produksi benih dari pohon mahoni dewasa sekitar 2,5–4 kg. Untuk itu perlu upaya optimalisasi

produksi benih dari tegakan mahoni yang berada di Hutan Penelitian Parungpanjang dalam rangka memenuhi kebutuhan pembangunan hutan tanaman mahoni.

Produksi buah/benih terkait erat dengan proses fotosintesis tanaman yaitu suatu proses konversi energi matahari menjadi energi kimia yang menghasilkan senyawa-senyawa organik yang kompleks sebagai bahan baku bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta produksi biomasa (Pantilu, Mantiri, Ai, & Pandiangan, 2012). Daun adalah organ utama penghasil senyawa organik tersebut (Mastur, 2015; Terashima, Hanba, Tholen, & Niinemets, 2011). Untuk dapat memaksimalkan produktivitas senyawa organik yang dihasilkan, maka semua karakteristik daun baik morfologi (luas permukaan daun), anatomi (kerapatan dan indeks stomata), fisiologis hingga susunannya dalam arsitektur kanopi harus optimal (Luo, Que, Zhang, & Xu, 2013; Mastur, 2015; Pompelli, Martins, Celin, Ventrella, & DaMatta, 2010).

Salah satu komponen pada daun yang berperan langsung dalam proses fotosintesis adalah stomata. Stomata berfungsi sebagai pintu masuk  $\text{CO}_2$  dari udara untuk proses fotosintesis dan sebagai pintu keluar  $\text{O}_2$  dalam proses transpirasi. Peningkatan jumlah stomata berdampak terhadap peningkatan laju pertukaran gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  serta transpirasi

(Marenco, Camargo, Antezana-Vera, & Oliveira, 2017; Sundari & Atmaja, 2011; Tanaka, Sugano, Shimada, & Hara-Nishimura, 2013), yang selanjutnya berpengaruh terhadap produksi tanaman. Kusumi, Hirotsuka, Kumamaru dan Iba (2012) melaporkan bahwa stomata pada tanaman padi (*Oryza sativa*), sangat mempengaruhi proses fotosintesa. Namun pada *Amorphophallus muelleri* (porang) dan *A. variabilis* (iles-iles), bobot umbi yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh kerapatan stomatanya (Khoiroh, Harijati, & Mastuti, 2014). Untuk itu perlu dikaji bagaimana pengaruh kerapatan dan indeks stomata, luas permukaan daun, serta luas tajuk mahoni terhadap produksi buah/benih yang dihasilkan. Informasi yang diperoleh dapat menjadi acuan sebagai upaya optimalisasi potensi produksi benih melalui tindakan silvikultur dalam pengelolaan suatu sumber benih. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lebar tajuk, kerapatan dan indeks stomata serta luas daun terhadap produksi buah dan benih mahoni (*S. macrophylla*).

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Lokasi penelitian terletak di Petak 40 dan 41 Hutan Penelitian Parungpanjang, Bogor. Lokasi ini masuk dalam wilayah kerja BKPH Parungpanjang, KPH Bogor, Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Barat dan Banten. Secara administrasi pemerintahan, lokasi

tersebut berada dalam 2 wilayah yaitu Kecamatan Parungpanjang dan Kecamatan Tenjo, Kabupaten Bogor. Tegakan di Hutan Penelitian Parungpanjang berada pada posisi 106°30'52,29" BT dan 6°22'53,53" LS, pada ketinggian tanah 313 m dpl. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2015-2016.

Bahan penelitian yang digunakan adalah tegakan mahoni umur 21 tahun. Alat-alat yang digunakan adalah mikroskop *Olympus CX 41*, leaf area meter *Systronics 211*, galah berkait, timbangan, *slide glass*, kantong plastik, label, dan alat tulis menulis.

### B. Prosedur Penelitian

Pohon sampel produksi buah ditentukan secara sengaja (*purposive sampling*) dengan dasar pemilihannya adalah pohon yang sedang berbuah. Pada setiap pohon terpilih dilakukan pengunduhan untuk semua buah pada pohon melalui teknik pemanjatan. Pohon yang kondisinya tidak memungkinkan untuk diunduh seluruhnya maka pengunduhan dilakukan minimal 1/3 dari jumlah total buah yang ada. Data yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi data produksi total (Pramono, Syamsuwida, & Djam'an, 2017). Buah yang telah diunduh kemudian ditimbang bobot dan dihitung jumlahnya. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi benih kemudian benih hasil ekstraksi ditimbang.

Setiap pohon terpilih juga dilakukan pengukuran diameter tajuk dengan cara mengukur proyeksi bentuk tajuk yang diukur

dalam dua bagian pada proyeksi tersebut dengan menggunakan pita meter (Hardjana, 2013). Pengukuran juga dilakukan terhadap karakter morfologi dan anatomi daun yaitu luas daun serta jumlah stomata dan epidermis. Untuk pengukuran luas daun, setiap pohon sampel diambil 5 lembar daun yang diukur dengan menggunakan alat *Leaf Area Meter* merk Systronics 211 dengan menggunakan satuan  $\text{cm}^2$ . Daun mahoni berupa daun majemuk (Mindawati & Megawati, 2013). Pengamatan stomata daun dilakukan di bawah mikroskop biokamera merk *Olympus CX 41* dengan pembesaran 400 kali dan luas pandang diukur dengan micrometer yang telah tersedia pada mikroskop yaitu sebesar  $0,65 \text{ }\mu\text{m}$ . Pengamatan stomata hanya dilakukan pada permukaan adaksial daun karena tanaman mahoni hanya memiliki stomata pada permukaan adaksial daun (Tambaru, 2017).

Pengambilan sampel stomata dilakukan dengan membuat sayatan pada permukaan daun, dengan cara mengoleskan cat kuku (kuteks) transparan pada bagian permukaan daun yang sehat dan tidak cacat/utuh. Setelah kering atau kira-kira 3–5 menit, bagian daun yang telah dioleskan cat kuku tersebut ditutup dengan solatip. Solatip bening yang melekat pada lapisan kuteks kemudian ditarik dari daun dan ditempelkan pada *slide glass* untuk diamati dibawah mikroskop (Khoiroh *et al.*, 2014). Anatomi stomata yang diamati adalah

kerapatan dan indeks stomata. Kerapatan stomata dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mutaqin, Budiono, Setiawati, Nurzaman, & Fauzia, 2016) :

$$\text{kerapatan stomata} = \frac{\text{jumlah stomata}}{\text{satu luas bidang pandang}(\text{mm}^2)} \dots\dots\dots(1)$$

Selain jumlah sel stomata juga diukur jumlah sel epidermis untuk mengetahui indeks stomata. Indeks stomata adalah perbandingan jumlah stomata dengan total jumlah stomata dan epidermis (Pompelli *et al.*, 2010). Penghitungan jumlah stomata dan sel epidermis dilakukan sebanyak lima kali untuk setiap pohon sampel.

Rancangan percobaan yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh diameter tajuk, luas daun, kerapatan dan indeks stomata daun terhadap keragaman produksi buah dan benih mahoni (Jiang, Yu, Sanmei, & Wang, 2011). Data diameter tajuk, luas daun kerapatan stomata dan indeks stomata yang diperoleh diklasifikasikan dalam 5 (lima) kelas yang selanjutnya menjadi taraf perlakuan yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Penentuan jumlah kelas dan interval antar kelas menggunakan rumus Sturges (Saputro, 2013) yang tersaji pada Tabel 1. Untuk melihat adanya hubungan antara produksi buah dan benih mahoni dengan diameter tajuk, luas daun, kerapatan dan indeks stomata maka dilakukan uji korelasi Pearson dengan taraf 0,05.

Tabel (Table) 1. Klasifikasi diameter tajuk, morfologi dan anatomi daun mahoni (*Classification of crown width, morphology and anatomy of mahoni leaf*).

Perlakuan ( <i>treatment</i> )	Kelas ( <i>Class</i> )				
	Sangat rendah ( <i>Very low</i> )	Rendah ( <i>Low</i> )	Sedang ( <i>Moderate</i> )	Tinggi ( <i>High</i> )	Sangat tinggi ( <i>Very high</i> )
Diameter tajuk ( <i>Crown width</i> ) (m)	3,5 - 5,3	5,4 - 7,2	7,3 - 9,1	9,2 - 11,0	>11,0
Luas daun ( <i>Leaf area</i> ) (cm <sup>2</sup> )	104,5 - 238,9	239,0 - 373,4	373,5 - 507,9	508 - 642,4	>642,4
Kerapatan stomata ( <i>Stomata density</i> ) (mm <sup>2</sup> )	333 - 389	390 - 446	447 - 503	504 - 560	>560
Indeks stomata ( <i>Stomata index</i> ) (%)	18,5 - 21,1	21,2 - 23,8	23,9 - 26,5	26,6 - 29,2	>29,2

### C. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh diameter tajuk, morfologi dan anatomi daun terhadap produksi buah dan benih maka dilakukan analisis varian. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan yang nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji signifikansi dari Duncan (DMRT). Selain itu juga dilakukan analisis korelasi Pearson untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara dimensi dan fisiologis pohon dengan produksi buah dan benih (Sugiyono, 2013).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Berdasarkan nilai koefisien korelasi yang dihasilkan (Tabel 2) diketahui adanya korelasi positif dan signifikan ( $r = 49,2$  persen) antara diameter tajuk pohon dengan luas permukaan daun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sampai diameter tajuk berukuran 13 m, semakin besar diameter tajuk pohon semakin meningkat luas permukaan daunnya. Kerapatan stomata daun menunjukkan korelasi positif dan signifikan ( $r = 38,6$  persen) dengan indeks stomata daun. Jumlah buah per pohon berkorelasi positif dan signifikan dengan bobot

benih per pohon ( $r = 73,3$  persen). Semakin banyak jumlah buah per pohon maka semakin besar bobot benih per pohonnya. Demikian juga bobot benih per pohon berkorelasi positif dengan bobot buah per pohon ( $r = 74,2$  persen). Bobot buah mahoni dipengaruhi oleh bobot benih per-buah dengan koefisien korelasi 36,7 persen. Semakin besar bobot buah semakin besar juga benihnya.

Hasil analisis ragam (Tabel 3) menunjukkan bahwa lebar tajuk pohon mahoni berpengaruh nyata terhadap produksi buah dan benih mahoni yaitu jumlah buah per pohon, bobot buah per pohon dan bobot benih per pohon. Sedangkan luas daun, kerapatan stomata dan indeks stomata tidak mempengaruhi produksi buah dan benih mahoni. Hasil uji Duncan (Tabel 4) menunjukkan bahwa diameter tajuk pohon lebih dari 11 m menghasilkan jumlah buah per pohon bobot buah per pohon dan bobot benih per pohon terbesar (49,10 gram). Daun dengan tingkat kerapatan stomata antara 6.000 mm sampai dengan kurang dari 7.000 mm menghasilkan jumlah buah/pohon terbanyak yaitu 32 buah/pohon.

Tabel (Table) 2. Koefisien korelasi Pearson antara diameter tajuk, morfologi daun, anatomi daun dan produksi buah dan benih mahoni (*Pearson correlation coefficient between crown diameter, leaf morphology, leaf anatomy and seed yield of mahogany*).

Perlakuan ( <i>treatment</i> )	Bobot buah per-pohon ( <i>fruit weight per tree</i> )	Bobot benih per-pohon ( <i>seed weight per tree</i> )	Lebar tajuk ( <i>Crown width</i> )	Luas daun ( <i>Leaf area</i> )	Kerapatan stomata ( <i>stomata density</i> )	Indeks stomata ( <i>Stomata index</i> )
Jumlah buah per-pohon ( <i>fruit number per tree</i> )	0.826**	0.733**	0.147	0.272	0.177	0.111
Bobot buah per-pohon ( <i>fruit weight per tree</i> )	1	0.742**	0.075	0.044	0.238	0.031
Bobot benih per-pohon ( <i>seed weight per tree</i> )	-	1	-0.023	-0.008	0.122	0.189
Lebar tajuk ( <i>Crown width</i> )	-	-	1	0.492**	0.103	-0.156
Luas daun ( <i>Leaf area</i> )	-	-	-	1	0.244	0.086
Kerapatan stomata ( <i>stomata density</i> )	-	-	-	-	1	0.386*
Indeks stomata ( <i>Stomata index</i> )	-	-	-	-	-	1

Keterangan (*Remarks*): \* = Korelasi nyata pada taraf 5% (*significant correlation at level of 5%*). \*\* =Korelasi nyata pada taraf 1% (*significant correlation at level of 1%*)

Tabel (Table) 3. F-hit pengaruh dimensi pohon, morfologi dan anatomi daun terhadap keragaman variabel jumlah buah per pohon, bobot buah per pohon dan bobot benih per pohon (*F-cal influence of tree dimensions, morphology and anatomy of leaves on a variety of variables, number of fruits per tree, fruit weight per tree and seed weight per tree*)

Perlakuan ( <i>Treatment</i> )	Variabel ( <i>Variables</i> )		
	Jumlah buah per-pohon ( <i>Fruit number per tree</i> )	Bobot buah per-pohon ( <i>Fruit weight per tree</i> )	Bobot benih per-pohon ( <i>Seed weight per tree</i> )
Lebar tajuk ( <i>Crown width</i> )	3,368 **	2,756 **	1,430 *
Luas daun ( <i>Leaf area</i> )	0,616 <sup>ns</sup>	0,244 <sup>ns</sup>	0,216 <sup>ns</sup>
Kerapatan stomata ( <i>stomata density</i> )	1,267 <sup>ns</sup>	0,844 <sup>ns</sup>	0,986 <sup>ns</sup>
Indeks stomata ( <i>Stomata index</i> )	0,198 <sup>ns</sup>	0,985 <sup>ns</sup>	1,061 <sup>ns</sup>

Keterangan (*Remarks*) : \* : berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% (*significance at 95% confident level*), \*\* : berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 99% (*significance at 99% confident level*).ns : tidak berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95 % (*not significance at 95% confident level*)

Tabel (Table) 4. Rata-rata produksi buah dan benih pada berbagai variasi diameter tajuk, luas daun, kerapatan stomata dan indeks stomata (*The average of fruit and seed production at various crown width, leaf area, stomata density and stomata index*)

Perlakuan ( <i>treatment</i> )	Taraf	Variabel ( <i>Variables</i> )		
		Jumlah buah per-pohon ( <i>Fruit number per tree</i> ) (butir)	Bobot buah per-pohon ( <i>Fruit weight per tree</i> )(kg)	Bobot benih per-pohon ( <i>Seed weight per tree</i> )(g)
Lebar tajuk ( <i>Crown width</i> )	Sangat rendah ( <i>very low</i> )	24.1 a	8.8 a	0.9 ab
	Rendah ( <i>low</i> )	25.6 a	9.6 a	1.0 ab
	Sedang ( <i>moderate</i> )	25.8 a	8.3 a	0.7 a
	Tinggi ( <i>high</i> )	22.5 a	8.6 a	0.9 ab
	Sangat tinggi ( <i>very high</i> )	38.3 b	14.1 b	1.3 b
Luas daun ( <i>Leaf area</i> )	Sangat rendah ( <i>very low</i> )	24.3 a	9.2 a	1.0 a
	Rendah ( <i>low</i> )	27.4 a	10.0 a	1.0 a
	Sedang ( <i>moderate</i> )	30.5 a	11.0 a	1.2 a
	Tinggi ( <i>high</i> )	32.8 a	11.3 a	0.9 a
	Sangat tinggi ( <i>very high</i> )	29.9 a	9.4 a	1.1 a
Kerapatan stomata ( <i>stomata density</i> )	Sangat rendah ( <i>very low</i> )	27.7 a	9.6 a	1.2 a
	Rendah ( <i>low</i> )	23.6 a	8.3 a	0.8 a
	Sedang ( <i>moderate</i> )	24.7 a	9.6 a	0.9 a
	Tinggi ( <i>high</i> )	26.5 a	9.9 a	0.9 a
	Sangat tinggi ( <i>very high</i> )	32.7 a	11.8 a	1.2 a
Indeks stomata ( <i>Stomata index</i> )	Sangat rendah ( <i>very low</i> )	26.6 a	10.8 a	1.1 a
	Rendah ( <i>low</i> )	24.7 a	9.1 a	0.9 a
	Sedang ( <i>moderate</i> )	26.2 a	8.3 a	0.8 a
	Tinggi ( <i>high</i> )	27.9 a	10.9 a	1.0 a
	Sangat tinggi ( <i>very high</i> )	28.6 a	10.4 a	1.3 a

Keterangan (*Remarks*) : Angka yang diikuti oleh huruf pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95% (*Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 95% confident level*)

## B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran tajuk pohon mahoni (*S. macrophylla*) mempengaruhi produksi buah yang dihasilkan. Pohon mahoni dengan ukuran diameter tajuk lebih besar dari 11 m memproduksi buah lebih banyak dibandingkan dengan pohon diameter tajuk 3,5 m–11,0 m (Tabel 4). Kondisi ini berkaitan dengan adanya kompetisi antar pohon dalam memperebutkan faktor lingkungan seperti cahaya, unsur hara dan air. Pohon dengan tajuk (kanopi) besar memiliki kemampuan yang lebih baik untuk mendapatkan cahaya matahari dibandingkan dengan pohon bertajuk (kanopi) kecil, sehingga dapat mendorong peningkatan laju fotosintesis dan selanjutnya berdampak meningkatnya asimilat yang dihasilkan.

Pengaruh positif diameter tajuk terhadap produksi buah juga ditunjukkan pada jenis *Pinus halepensis* Mill., *Sclerocarya birrea*, *Toona sinensis* dan *Jatropha* (Andrew, 2014; Ayari, Zubizarreta-Gerendiain, Tome, Tome, Garchi & Henchi, 2012; Pereira, Evangelista, laviola, Portes, Junior & Casaroli, 2017; Pramono, Siregar, Palupi, & Kusmana, 2015). Demikian juga dengan tanaman kelapa sawit, Almatholib, Rachmadi dan Suherman (2017) menyatakan bahwa morfologi tajuk yaitu jumlah dan panjang anak daun berpengaruh positif terhadap komponen hasil seperti bobot cangkang, bobot kernel, jumlah buah per-spikelet. Ukuran tajuk menjadi komponen

penting dalam pertumbuhan dan produksi tanaman (Raharjo & Sadono, 2008).

Ukuran dan bentuk tajuk secara langsung mempengaruhi produksi tanaman melalui pengaruh faktor-faktor dominan dalam lingkungan (iklim) mikro seperti intensitas cahaya, suhu dan kelembapan relatif yang ditimbulkannya (Luo *et al.*, 2013). Pengaruh iklim mikro tajuk terhadap produksi dan kualitas buah telah terbukti pada tanaman *Camellia oleifera* (Wen, Su, Ma, Yang, Wang, Wang & Wang, 2018). Produksi buah berkorelasi positif dengan intensitas cahaya dan suhu rata-rata tahunan, tetapi berbanding terbalik dengan kelembapan relatif rata-rata tahunan (Wen *et al.*, 2018).

Pengaruh tajuk terhadap produksi buah juga berkaitan dengan kandungan nutrisi/hara pada daun. Sebagaimana pada tanaman sawit, produksi buah dipengaruhi nutrisi tajuk melalui morfologi tajuk (Almatholib *et al.*, 2017). Beberapa hasil penelitian menunjukkan keterkaitan antara status nutrisi daun dengan pembungaan dan pembuahan. Pada mahoni, perbedaan produksi buah dan benih berkaitan langsung dengan perbedaan kandungan P pada daun (Pramono *et al.*, 2017). Untuk zaitun, kandungan N pada daun mempengaruhi intensitas pembungaan dan *fruit set*. Peningkatan N pada daun dapat meningkatkan intensitas pembungaan dan *fruit set* zaitun selama kadar N masih dibawah 1,4 persen (Erel, Yermiyahu, Van Opstal, Ben-Gal,

Schwartz & Dag, 2013), sedangkan bobot buah zaitun maksimum akan tercapai pada kondisi nutrisi P sekitar 0,2 persen (Erel, Dag, Ben-Gal, & Yermiyahu, 2011). Untuk tanaman jeruk, disamping nutrisi N, nutrisi P dan Ca pada daun juga mempengaruhi kualitas pembungaan dan pembuahan yang dihasilkan (Raveh, 2013).

Daun merupakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis dan respirasi yang menghasilkan bahan organik dan energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Jiang *et al.*, 2011). Lytovchenko *et al.* (2011) menyatakan bahwa lebih dari 80 persen gula yang terkandung di dalam buah diproduksi langsung oleh fotosintesis pada daun. Dalam penelitian ini morfologi (luas permukaan) dan anatomi (kerapatan dan indeks stomata) daun mahoni tidak mempengaruhi produksi buah/benih ( $P>0,05$ ) (Tabel 4). Hal ini mengindikasikan intensitas cahaya yang diserap relatif sama untuk semua ukuran luas daun mahoni. Kasiman, Ramadhani dan Syamsudin (2017) menyatakan bahwa perbedaan intensitas cahaya yang diterima daun mahoni (*S. mahagoni*) akan mempengaruhi sifat morfologis daun. Ukuran daun mahoni yang berada pada tempat terbuka lebih besar dibandingkan dengan tempat yang ternaungi. Demikian juga pada jenis ki baceta (*Clausena excavata*) tingkat kerapatan stomata daunnya

dipengaruhi oleh intensitas cahaya (Budiono, Sugiarti, Nurzaman, Setiawati, Supriatun & Mutaqin, 2016). Adanya korelasi kerapatan stomata dengan intensitas cahaya tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan dalam upaya meningkatkan kapasitas fotosintesis (Marenco *et al.*, 2017; Tanaka *et al.*, 2013). Kerapatan stomata mahoni berdasarkan hasil penelitian ini berkisar antara  $300.\text{mm}^{-2}$  hingga lebih dari  $560.\text{mm}^{-2}$ . Hasil yang sama dilaporkan (Tambaru, Latunra, & Suhadiyah, 2013) yaitu kerapatan stomata daun mahoni termasuk kategori kerapatan rendah hingga tinggi yang bervariasi pada rentang  $300.\text{stomata}.\text{mm}^{-2}$  hingga lebih dari  $500.\text{stomata}.\text{mm}^{-2}$ .

Tidak adanya perbedaan serapan cahaya matahari untuk berbagai kondisi morfologi daun mahoni tersebut kemungkinan berkaitan dengan tajuk pohon mahoni di Hutan Penelitian Parungpanjang yang cenderung padat (rimbun). Dalam penelitian ini sampel daun yang diamati diperoleh dari 1/3 bagian tajuk ke bawah. Pada tajuk yang padat, daun yang berada di bagian bawah cenderung memiliki luas permukaannya yang lebih besar sebagai akibat terhambat atau kurang maksimal cahaya matahari menembus masuk ke lapisan tajuk yang lebih dalam (Noviyanti, Ratnasari, & Ashari, 2014). Laju fotosintesis pada daun ternaungi cenderung lebih lambat daripada daun pada tempat terbuka dan



memanfaatkan fotosintat yang dihasilkan daun bagian atas, sehingga fotosintat tidak terdistribusi secara merata ke seluruh bagian tanaman (Yulianto, Susilo, & Juanda, 2008). Hal ini kemungkinan salah satu faktor penyebab produksi buah/benih mahoni tidak dipengaruhi luas permukaan daun, walaupun luas permukaan daun berkorelasi positif dengan lebar tajuk ( $P < 0,001$ ). Zakariyya (2016) menyebutkan bahwa bentuk tajuk yang baik adalah bagian atas tajuk melebar dan semakin vertikal ke bawah, karena dapat mencegah tumpang tindih antar tajuk.

Proses pembentukan dan perkembangan bunga dan buah sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara tanah sebagai suplai energinya. Pohon dengan tajuk lebar memiliki peluang memperoleh hara mineral dalam tanah yang lebih banyak, karena terdapat korelasi positif antara lebar tajuk dengan kemampuan akar untuk menyerap unsur hara mineral di dalam tanah (Raharjo & Sadono, 2008). Tanaman mahoni mempunyai sistem perakaran dalam dengan panjang perakaran secara horizontal sekitar 1,0 m—3,0 m (Wijayanto & Nurunnajah, 2012), sehingga cenderung mampu menyerap unsur hara dalam tanah secara maksimal. Pada jarak tanam yang sempit, kondisi akar pada beberapa pohon saling tumpang tindih yang akan berdampak menurunnya fotosintesis sehingga proses pembentukan bunga dan buah kurang optimal. Selain kompetensi mendapatkan

unsur hara, jarak tanam yang lebar juga menyebabkan tingginya sebaran sinar matahari dalam tajuk tanaman, sehingga merangsang percepatan fase generatif yang selanjutnya akan mengoptimalkan produksi buah. Semakin jarang jarak pohon semakin besar persentase pohon yang berbuah pada periode satu tahun (Syamsuwida *et al.*, 2017). Untuk itu jarak tanam menjadi salah satu faktor pembatas terhadap peluang pohon mahoni untuk berbuah. Implikasinya adalah untuk pengelolaan tegakan mahoni yang ditujukan untuk produksi benih hendaknya tegakan dirancang dengan jarak tanam yang lebar. Diharapkan kerapatan tegakan yang optimal akan mengurangi persaingan pohon, meningkatkan produksi biji per pohon, tetapi pada saat yang sama, tidak mengorbankan total produksi buah/benih.

#### IV. KESIMPULAN

Secara keseluruhan produksi buah dan benih mahoni di Parungpanjang dipengaruhi kuat oleh diameter tajuk pohon. Produksi buah dan benih terbesar dihasilkan pohon dengan diameter tajuk lebih besar dari 11 m. Morfologi daun yaitu luas permukaan daun berkorelasi positif dengan diameter tajuk. Morfologi dan anatomi (kerapatan dan indeks stomata) daun bukan sebagai faktor pembeda dalam produksi buah dan benih mahoni.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada Dra Dharmawati F.D., Endang

Pujiastuti, S.Hut., MSi., Hasan Royani, R. Agus Setiawan dan Anggi D. Savitri Hasibuan atas bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Almatholib, S. A., Rachmadi, M., & Suherman, C. (2017). Pola hubungan nutrisi tajuk, morfologi tajuk, komponen tandan dan komponen hasil kelapa sawit pada lahan gambut di Kalimantan Tengah. *Jurnal Agrikultura*, 28(1), 1–8.
- Andrew, W. D. (2014). Comparative analysis of selected factors affecting fruit phenotype and yield of *Sclerocarya birrea* in Tanzania. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, 13(2), 27–39.
- Ayari, A., Zubizarreta-Gerendiain, A., Tome, M., Tome, J., Garchi, S., & Henchi, B. (2012). Stand, tree and crown variables affecting cone crop and seed yield of *Aleppo pine* forests in different bioclimatic regions of Tunisia. *Forest Systems*, 21(1), 128–140. <http://doi.org/10.5424/fs/2112211-11463>
- Blundell, A. G. (2007). Implementing CITES regulations for timber. *Journal Ecological Applications*, 17(2), 323–330. <http://doi.org/10.1890/06-0127>
- Bramasto, Y., Sudrajat, D. J., Pujiastuti, E., & Danu. (2017). Towards a sustainable future for Acacia plantations. In *Genetic diversity in seedling seed orchard of Mahogany (Swietenia macrophylla) at Parung Panjang, Bogor assessed by RAPD* (pp. 1–6). Yogyakarta, Indonesia: IUFRO-INAFOR.
- Budiono, R., Sugiarti, D., Nurzaman, M., Setiawati, T., Supriatun, T., & Mutaqin, Z. A. (2016). Kerapatan stomata dan kadar klorofil tumbuhan *Clausena excavata* berdasarkan perbedaan intensitas cahaya. In *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek 2016* (pp. 61–65).
- Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., & Yermiyahu, U. (2011). The roles of nitrogen, phosphorus and potassium on olive tree productivity. *Acta Hort.*, 888, 259–268. <http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.888.29>
- Erel, R., Yermiyahu, U., Van Opstal, J., Ben-Gal, A., Schwartz, A., & Dag, A. (2013). The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity. *Scientia Horticulturae*, 159, 8–18. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.04.036>
- Hardjana, A. . (2013). Model hubungan tinggi dan diameter tajuk dengan diameter etinggi dada pada tegakan tengkawang tungkul putih (*Shorea macrophylla* (de Vriese) P.S.Ashton) dan tungkul merah (*Shorea stenoptera* Burck.) di Semboja, Kabupaten Sanggau. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 7(1), 7–18.
- Jiang, Z., Yu, J., Sanmei, M., & Wang, Y. (2011). Dynamic changes of stomatal characteristics during the flower, fruit and leaf developments of *Zephyranthes candida* (Lindl.) Herb. *African Journal of Biotechnology*, 10(62), 13470–13475. <http://doi.org/10.5897/AJB10.2248>
- Kasiman, K., Ramadhani, D. S., & Syafrudin, M. (2017). Karakteristik morfologis dan anatomis daun tumbuhan tingkat semai pada paparan cahaya berbeda di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. *J Hut Trop*, 1(1), 29–38.
- Khoiroh, Y., Harijati, N., & Mastuti, R. (2014). Pertumbuhan serta hubungan kerapatan stomata dan berat umbi pada *Amorphophallus muelleri* Blume dan *Amorphophallus variabilis* Blume. *J. Biotrop.*, 2(5), 249–253.
- Kusumi, K., Hirotsuka, S., T, K., & Iba, K. (2012). Increased leaf photosynthesis caused by elevated stomatal conductance in a rice mutant deficient in SLAC1, a guard cell anion channel protein. *Journal of Experimental Botany*, 63(15), 5635–5644. <http://doi.org/10.1093/jxb/err313>
- Luo, J., Que, Y., Zhang, H., & Xu, L. (2013). Seasonal variation of the canopy structure parameters and its correlation with yield-related traits in sugarcane. *The Scientific World Journal*, 2013, 1–12. <http://doi.org/10.1155/2013/801486>
- Lytovchenko, A., Eickmeier, I., Pons, C., Osorio,

- S., Szecowka, M., Lehmborg, K., ... Fernie, A. R. (2011). Tomato fruit photosynthesis is seemingly unimportant in primary metabolism and ripening but plays a considerable role in seed development. *Plant Physiol.*, 157, 1650–1663. <http://doi.org/10.1104/pp.111.186874>
- Marengo, R. A., Camargo, M. A. B., Antezana-Vera, S. A., & Oliveira, M. F. (2017). Leaf trait plasticity in six forest tree species of central Amazonia. *Photosynthetica*, 55(4), 679–688. <http://doi.org/10.1007/s11099-017-0703-6>
- Mastur. (2015). Sinkronisasi source dan sink untuk peningkatan produktivitas biji pada tanaman jarak pagar. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 7(1), 52–68.
- Mindawati, N., & Megawati. (2013). *Manual budidaya Mahoni (Swietenia macrophylla King.)* (1st ed.). Bogor: Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan, Badan Litbang Kehutanan.
- Mutaqin, A. Z., Budiono, R., Setiawati, T., Nurzaman, M., & Fauzia, R. S. (2016). Studi anatomi stomata daun mangga (*Mangifera indica*) berdasarkan perbedaan lingkungan. *Jurnal Biodjati*, 1(1), 13–18.
- Noviyanti, R., Ratnasari, E., & Ashari, H. (2014). Pengaruh pemberian naungan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman stroberi varietas Dorit dan varietas Lokal Berastagi. *LenteraBio*, 3(3), 242–247.
- Pantilu, L. I., Mantiri, F. R., Ai, N. S., & Pandiangan, D. (2012). Respons morfologi dan anatomi kecambah kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap intensitas cahaya yang berbeda. *Jurnal Bioslogos*, 2(2), 79–87.
- PDASHL, D. (2016). *Petunjuk pelaksanaan standar sumber benih* (2nd ed.). Jakarta: Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan.
- Pereira, J. C., Evangelista, A. W. P., Laviola, B. G., Portes, T. d. A., Junior, J. A., & Casaroli, D. (2017). Canopy growth and productivity of *Jatropha* genotypes. *Semina: Ciencias Agrarias Landrina*, 38(1), 135–141. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n1p135>
- Pompelli, M., Martins, S., Celin, E., Ventrella, M., & DaMatta, F. (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? *Brazilian Journal of Biology*, 70(4), 1083–1088. <http://doi.org/10.1590/S1519-69842010000500025>
- Pramono, A. A., Siregar, I. Z., Palupi, E. R., & Kusmana, C. (2015). Hubungan antara status nutrisi dengan produksi buah dan benih surian (*Toona sinensis* (A.Juss.) M.Roem.) di Hutan Rakyat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(3), 189–200.
- Pramono, A. A., Syamsueida, D., & Djam'an, D. (2017). Produksi buah dan benih mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Parung Panjang dan Jonggol (Bogor, Jawa Barat) serta kaitannya dengan status kesuburan tanah. In *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* (Vol. 3, pp. 381–389). <http://doi.org/10.13057/psnmbi/m030315>
- Raharjo, J. ., & Sadono, R. (2008). Model tajuk jati (*Tectona grandis* L.F) dari berbagai famili pada Uji Keturunan umur 9 tahun. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, II(2), 89–95. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Raveh, E. (2013). Citrus leaf nutrient status: A critical evaluation of guidelines for optimal yield in Israel. *J. Plant Nutr Soil Sci*, 176(May), 420–428. <http://doi.org/10.1360/zd-2013-43-6-1064>
- Santoso, H. (2011). Kebijakan sumber benih dan potensi kebutuhan benih untuk mendukung penanaman satu milyar pohon. In A. Rimbawanto, B. Leksono, & A. Y. P. B. C. Widyatmoko (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Sumber Benih; Peran Sumber Benih Unggul dalam mendukung Keberhasilan Penanaman Satu Milyar Pohon* (pp. 67–78). Yogyakarta: Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Saputro, B. . (2013). Pengaruh persepsi kemudahan penggunaan, kepercayaan, kecemasan berkomputer dan kualitas layanan terhadap minat menggunakan internet banking. *Jurnal Nominal*, II(1), 36–63.
- Sugiyono, P. D. (2013). Statistik untuk penelitian. *CV. Alfabeta Bandung*, 10(1), 403. <http://doi.org/2011>
- Sundari, T., & Atmaja, R. P. (2011). Bentuk sel

- epidermis, tipe dan indeks stomata 5 genotipe kedelai pada tingkat naungan berbeda. *Jurnal Biologi Indonesia*, 7(1), 67–80.
- Syamsuwida, D., Pramono, A. A., Putri, K. ., Djam'an, D. F., & Pujiastuti, E. (2017). *Laporan Hasil Penelitian Tahun 2016*. Bogor: Tidak di[publikasikan].
- Tambaru, E. (2017). Comparative analysis of stomatal type *Swietenia macrophylla* King and *Polyalthia longifolia* Bent and Hook.var. Pendula in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Current Research and Academic Review*, 5(3), 31–34. <http://doi.org/10.20546/ijcrar.2017.503.005>
- Tambaru, E., Latunra, A. I., & Suhadiyah, S. (2013). Peranan morfologi dan tipe stomata daun dalam mengabsorpsi karbon dioksida pada pohon hutan kota Unhas Makassar. In N. . Soekanto, P. Taba, & M. Zakir (Eds.), *Simposium Nasional Kimia Bahan Alam ke XXI* (pp. 12–17). Makassar: Himpunan Kimia Bahan Alam Indonesia (HKBAI).
- Tanaka, Y., Sugano, S. S., Shimada, T., & Hara-Nishimura, I. (2013). Enhancement of leaf photosynthetic capacity through increased stomatal density in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, 198, 757–764. <http://doi.org/10.1111/nph.12186>
- Terashima, I., Hanba, Y. T., Tholen, D., & Niinemets, U. (2011). Leaf functional anatomy in relation to photosynthesis. *Plant Physiol*, 155(January), 108–116. <http://doi.org/10.1104/pp.110.165472>
- Wen, Y., Su, S., Ma, L. yi, Yang, S., Wang, Y., Wang, X., & Wang, X. nan. (2018). Effects of canopy microclimate on fruit yield and quality of *Camellia oleifera*. *Scientia Horticulturae*, 235, 132–141. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.042>
- Wijayanto, N., & Nurunnajah. (2012). Intensitas cahaya, suhu, kelembapan dan sistem perakaran mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor. *Jurnal Silviculture Tropika*, 3(1), 8–13.
- Yulianto, Susilo, J., & Juanda, D. (2008). Keefektifan Teknik Perangsangan Pembungaan pada Kelengkeng. *Jurnal Hortikultura*, 18(2), 148–154.
- Zakariyya, F. (2016). Menimbang indeks luas daun sebagai variabel penting pertumbuhan tanaman kakao|. *Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia*, 28(3), 8–12.