

Produksi buah dan benih mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Parung Panjang dan Jonggol (Bogor, Jawa Barat) serta kaitannya dengan status kesuburan tanah

Production of Big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) fruits and seeds in Parung Panjang and Jonggol (Bogor, West Java) and its relation to soil fertility status

AGUS A. PRAMONO[✉], DIDA SYAMSUWIDA, DHARMAWATI F. DJAM'AN

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan . Jl. Pakuan Ciheuleut PO Box 105, Bogor 16001, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-251-8327768, ✉email: agusastho@gmail.com

Manuskrip diterima: 21 Agustus 2017. Revisi disetujui: xxx September 2017.

Abstrak. Pramono AA, Syamsuwida D, Djam'an DF. 2017. Produksi buah dan benih mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Parung Panjang dan Jonggol (Bogor, Jawa Barat) serta kaitannya dengan status kesuburan tanah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3: 381-389. Mahoni merupakan jenis tanaman hutan tropis yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Keberhasilan program penanaman mahoni tergantung kepada tersedianya benih yang berasal dari sumber benih berkualitas. Namun pada saat ini produksi dari sumber benih masih belum dapat memenuhi target kebutuhan. Dengan demikian, diperlukan upaya untuk mengoptimalkan produksi benih. Tujuan kegiatan adalah mengetahui karakteristik produksi buah dan benih mahoni pada tegakan mahoni di Parung Panjang dan Jonggol, serta kaitannya dengan status kesuburan tanah. Bahan penelitian merupakan tegakan mahoni di BKPH Cariu, KPH Bogor, dan tegakan kebun benih di Hutan Penelitian BPTPTH di Parung Panjang, Kabupaten Bogor. Pada setiap tegakan dibuat 3 plot pengamatan seluas 50 m x 50 m. Analisis unsur hara tanah dilakukan pada setiap plot. Analisis hara daun dilakukan pada 8 pohon dari setiap tegakan. Secara umum produksi buah mahoni di Parung Panjang memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada di Jonggol. Di Parung Panjang semua parameter produksi buah tidak berbeda nyata antar plot. Buah dari Parung Panjang lebih berat dan lebih panjang dari pada buah dari Jonggol. Di Jonggol hampir semua parameter produksi buah dan benih berbeda nyata antar plot, sedangkan di Parung Panjang tidak. Jumlah benih bernaas dan benih hampa per buah berbeda nyata antara kedua tegakan. Buah dari Parung Panjang berisi benih bernaas yang lebih banyak dan lebih berat daripada buah dari Jonggol. Tanah di kedua lokasi memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Sebagian besar unsur hara makro berada pada status sangat rendah hingga sedang, sedangkan kandungan hara mikro sebagian besar berada pada taraf cukup. Kesuburan tanah di Parung Panjang lebih baik dari pada Jonggol. Hasil analisis hara daun, mengindikasikan bahwa perbedaan produksi buah dan benih berkaitan dengan perbedaan kandungan P pada daun. Unsur N dan K terindikasi bukan merupakan faktor pembeda dalam produksi buah dan benih di kedua lokasi.

Kata kunci: Benih, buah, mahoni, hara, *Swietenia macrophylla*

Abstract. Pramono AA, Syamsuwida D, Djam'an DF. 2017. Production of Big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) fruits and seeds in Parung Panjang and Jonggol (Bogor, West Java) and its relation to soil fertility status. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3: 381-389. Mahogany is a tropical forest tree species which have high economic values. The success of plantation programme of mahogany depends on the availability of seeds collected from qualified seed sources. However, currently, seed production from seed sources has not met the target needs. Therefore, it is required an effort to optimize seed production. The activities aimed to determine the characteristics of seed and fruit production of mahogany at Parung Panjang and Jonggol stands in relation to soil fertility status. The material for investigation were mahogany stands in BKPH Cariu, KPH Bogor and seed stands in BP2TPTH forest research in Parung Panjang, Bogor District. Three observation plots of 50 m x 50 m at each stand were made. Soil nutrition was analyzed at each plot. Leaves collected from 8 trees of each stand were analyzed to determine their nutrition. Generally, fruit production in Parung Panjang was more varied than Jonggol. All the parameters of fruit production in Parung Panjang showed no significant difference among plots. The fruits produced from Parung Panjang were heavier and longer than those collected from Jonggol. Both of locations possessed a low level of soil fertility. Mostly, macronutrients were at the level of very low to moderate, while micronutrients were a lot enough. Soil fertility in Parung Panjang better than Jonggol. The analysis of leaf nutrients indicated that the differences in fruit and seed production were related to the difference of Phosphorous content in the leaves. Nitrogen and potassium were not differentiating factors to the fruit and seed production in both locations.

Keywords: Fruit, mahogani, nutrient, seed, *Swietenia macrophylla*

PENDAHULUAN

Swietenia macrophylla adalah salah satu dari 3 spesies mahoni yang termasuk keluarga Meliaceae. Mahoni yang dikenal sebagai *ouro verde* (emas hijau) ini kayunya berharga tinggi dan telah diperdagangkan sejak abad ke 16. Keindahan kayu, karakteristik fisik dan kemudahan dalam pengerjaan kayu menyebabkan kayu mahoni banyak diperdagangkan untuk berbagai keperluan terutama untuk pembuatan barang-barang mewah seperti interior kantor, kabin, mebel, konstruksi kapal, panel, dan alat musik (Langbour et al., 2011; Saunders and Reeve 2014). Mahoni yang berada di hutan alam sudah dimasukkan ke dalam daftar Appendix II CITES (Saunders and Reeve 2014). Oleh karena itu, produksi kayu mahoni didorong berasal dari hutan tanaman baik milik negara maupun masyarakat untuk menekan penebangan ilegal dan kerusakan hutan alam.

Ketersediaan benih berkualitas yang berasal dari sumber benih akan menjamin keberhasilan program penanaman hutan yang pada gilirannya akan meningkatkan produktivitas tegakan hutan. Namun demikian, beberapa kendala masih sering ditemui dalam penyediaan benih berkualitas, diantaranya yang teridentifikasi adalah keberadaan sumber benih unggul masih terbatas baik jumlah maupun kualitasnya (Santoso 2011). Surat Keputusan Kementerian Kehutanan No.707/Menhut-II/2013 telah menetapkan lima jenis tanaman hutan yang penanamannya diwajibkan menggunakan benih unggul yang dikoleksi dari sumber benih bersertifikat. Diantara lima jenis yang telah ditetapkan diantaranya adalah mahoni. Akan tetapi produksi benih yang dihasilkan dari sumber benih tersebut masih belum memenuhi target penanaman secara nasional. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengetahui potensi produksi dari suatu sumber benih dan upaya untuk memahami teknik memaksimalkan produksi benih.

Variasi produksi benih antar individu atau antar tegakan berhubungan erat dengan pembungaan, penyerbukan dan pembentukan buah yang sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan (eksternal dan internal), biologi dan genetik. Faktor lingkungan eksternal meliputi kondisi iklim, ketinggian tempat, jenis tanah dan tingkat kesuburan (Haferkamp 1988; Pramono et al. 2016a, 2016b), sedangkan faktor internal termasuk karakter dendrometrik, nutrisi, fitohormon dan genetik (Berjano et al. 2006; Pramono et al. 2016b). Secara genetik produksi benih dipengaruhi kuat oleh keragaman genetik populasi tanaman tersebut. Keberhasilan proses reproduksi suatu tanaman bergantung pada kemampuannya melampaui tahapan-tahapan perkembangan yang dimulai dengan inisiasi kuncup bunga dan berakhir dengan kematangan buah dan biji. Kegagalan pada salah satu tahapan perkembangan ini dapat berakibat pada turunnya produktivitas biji sebagai hasil akhirnya. Di bidang kehutanan, semua penelitian tentang ekologi reproduksi mengarah pada hasil akhir berupa peningkatan kuantitas dan kualitas biji, baik dari sisi genetis maupun fisiologis.

Menurut Kelly et al. (2007) pengaruh tapak terhadap pembungaan yang sangat signifikan adalah akibat dari perbedaan kondisi iklim dan tanah, misalnya perbedaan

kesuburan tanah (Kelly et al. 2007). Wani et al. (2010) juga menyatakan bahwa nutrisi tanah menentukan persentase bunga sempurna, pemasakan bunga, dan viabilitas pollen. Rendahnya status nutrisi pada tanaman dapat menyebabkan terbentuknya pistil yang cacat, sehingga keseimbangan suplai nutrisi selalu diperlukan untuk menciptakan produksi buah yang optimum. Untuk memenuhi kebutuhan hara pembentuk buah dan benih biasanya tanah harus mengandung unsur nitrogen, fosfat dan kalium yang cukup. Anasir nitrogen (N) sangat berperan dalam pembentukan protein disamping fungsinya untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Dalam kaitannya dengan produksi buah, maka indikator tempat tumbuh yang penting adalah pH tanah dan Kapasitas Tukar Kation (KTK). Kaitannya pH larutan tanah dengan kesuburan tanah sangat erat karena mempengaruhi ketersediaan unsur hara penting seperti nitrogen (N), potasium/kalium (K) dan pospor (P).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik produksi buah dan benih mahoni pada tegakan mahoni di Parung Panjang dan Jonggol, serta mengetahui sejauh mana kaitan produksi buah dan benih mahoni dengan status kesuburan tanah. Dengan demikian, potensi produksi buah dan benih mahoni di kedua lokasi tersebut dapat diketahui dan dimanfaatkan oleh pengguna benih sebagai sumber benih yang berkualitas.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian berada di BKPH Cariu-KPH Bogor, dan Hutan Penelitian Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan (BPTPTH) di Parung Panjang-Kabupaten Bogor. Lokasi tegakan di Jonggol berada pada posisi astronomis $106^{\circ}10'18,84''$ BT dan $6^{\circ}37'58,47''$ LS dengan ketinggian 250 m dpl. Tegakan di Hutan Penelitian Parung Panjang berada pada posisi $106^{\circ}30'52,29''$ BT dan $6^{\circ}22'53,53''$ LS, pada ketinggian tanah 313 m dpl. Penelitian tahun pertama dilakukan mulai bulan Februari sampai dengan bulan Desember 2015.

Bahan dan alat

Tegakan mahoni di Jonggol yang digunakan untuk bahan penelitian merupakan hutan produksi yang di tanam pada tahun 1999, sedangkan tegakan di Parung Panjang merupakan Sumber benih Semai mahoni tahun tanam 1996. Alat-alat yang digunakan adalah: (i) Peralatan laboratorium : preparat, mikroskop, silet, timbangan analitis, pinset dan kaliper. (ii) Peralatan lapangan : kamera, alat ukur, tangga pengamatan, kantong plastik, dan label.

Pengamatan dan pengukuran produksi benih

Pada kedua tegakan dibuat 3 plot penelitian seluas $50 \times 50 \text{ m}^2$. Pada setiap plot diambil sampel tanah untuk dianalisis unsur hara makro dan mikronya. Pohon-pohon yang berada pada setiap plot dipetakan posisinya, diberi nomor dan diukur dimensinya secara sensus.

Pada saat musim bunga dan buah dilakukan pengamatan kondisi pembungaan dan pembuahan dari setiap plot sampel. Pada setiap plot dihitung jumlah pohon

yang berbunga dan jumlah pohon yang berbuah. Kemudian dilakukan pengunduhan buah terhadap pohon-pohon yang berbuah pada saat puncak musim buah yaitu pada bulan Juni (Parung Panjang) dan Juli (Jonggol). Karena jumlah pohon yang berbuah sangat bervariasi di antara plot, maka pada setiap plot diambil 3 sampai 10 pohon sampel untuk diamati produksi buah dan benihnya. Pohon yang diunduh diilih dari pohon yang memiliki kelas diameter yang relatif sama yaitu memiliki diameter batang antara 20-42 cm. Pada setiap pohon yang berbuah dihitung jumlah buah per pohon. Semua buah pada pohon diunduh, namun untuk pohon yang kondisinya tidak memungkinkan untuk diunduh seluruhnya maka pengunduhan dilakukan minimal 1/3 dari jumlah total buah yang ada, kemudian data dikonversi menjadi data produksi total (Nurhasbi dan Sudradjat 2009). Buah yang telah diunduh kemudian diukur panjang dan diameternya, dihitung jumlah benih bernas dan benih hampa, kadar air benih dan daya kecambah benihnya.

Pada saat musim bunga dan buah dilakukan pengamatan kondisi pembungaan dan pembuahan dari setiap plot sampel. Pada setiap plot dihitung jumlah pohon yang berbunga dan jumlah pohon yang berbuah. Pada setiap pohon yang berbuah dihitung jumlah buah per pohon. Kemudian dilakukan pengunduhan terhadap pohon-pohon yang berbuah dari setiap plot penelitian pada saat musim buah yaitu sekitar bulan Juni dan Juli. Dari pohon-pohon yang memiliki kelas diameter yang relatif sama yaitu memiliki diameter batang antara 20-42 cm. Semua buah pada pohon diunduh. Untuk pohon yang kondisinya tidak memungkinkan untuk diunduh seluruhnya maka pengunduhan dilakukan minimal 1/3 dari jumlah total buah yang ada, kemudian data dikonversi menjadi data produksi total. Buah yang telah diunduh kemudian diukur panjang dan diameternya, dihitung jumlah benih bernas dan benih hampa, kadar air benih dan daya kecambah benihnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi buah

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa secara umum produksi buah mahoni di Parung Panjang yang memiliki kisaran panjang buah antara 114,8 mm-164,6 mm, dan berat buah antara 260-505 g memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada produksi buah di Jonggol. Selain memiliki variasi tinggi, buah yang berasal dari Parung Panjang secara nyata juga memiliki rata-rata ukuran dan berat yang lebih tinggi (panjang = 83,19, berat = 420,65 g) daripada buah dari Jonggol (panjang = 130,65 mm, berat 300,84 g), sedangkan bentuk buah (rasio Panjang: diameter) antara Parung Panjang dan Jonggol tidak berbeda nyata.

Berbeda dengan buah dari Parung Panjang di mana semua parameter produksi buah tidak berbeda nyata antar plot, produksi buah di Jonggol walaupun variasinya rendah namun semua parameter berbeda nyata antar plot, kecuali

rasio panjang/diameter buah, dan jumlah total benih per buah.

Ukuran buah di Parung Panjang yang berkisar 114,8-164,6 mm dan di Jonggol berkisar 113,0-164,6 mm memiliki variasi yang lebih rendah daripada ukuran buah mahoni di Malaysia yang diteliti oleh Mansor et al. (1997) yang memiliki panjang buah berkisar dari 101,3-174,0 mm. Namun demikian Buah yang berasal dari Parung Panjang dan Jonggol yang memiliki bobot antara 210-505 g lebih bervariasi daripada hasil penelitian Mansor et al. (1997) dengan berat antara 222-482 g. hal ini diduga karena bobot atau jumlah benih bernas yang berada di dalam buah dari Parung Panjang dan jonggol memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada benih dari Malaysia.

Produksi buah mahoni di Parung Panjang ($27,5 \pm 12$) buah per pohon, dan Jonggol ($36,3 \pm 18$) buah per pohon (Tabel 2) lebih tinggi dari hasil penelitian Grogan dan Galvao (2006), di dua lokasi penelitiannya di Brazil rata-rata pohon mahoni hanya menghasilkan 14,5 dan 3,9 buah per pohon. Sedangkan penelitian Snook et al., (2005) menyatakan bahwa pohon yang memiliki diameter batang kurang dari 75 cm menghasilkan buah selama 6 tahun adalah $91 + 8$ buah (rata-rata tahunan 15 ± 2 buah per tahun) (Snook et al. 2005).

Produksi benih

Jumlah dan berat benih bernas per pohon secara umum lebih tinggi di Parung Panjang daripada Jonggol. Di Jonggol terdapat perbedaan nyata antar plot dalam hal jumlah dan berat benih bernas per pohon. Untuk jumlah benih bernas dan jumlah benih hampa di dalam setiap buah, di Jonggol secara nyata berbeda dari pada di Parung Panjang. Jumlah benih bernas di Parung Panjang lebih rendah daripada di Jonggol. Di Parung Panjang juga terdapat perbedaan yang nyata antar plot pengamatan.

Data menunjukkan bahwa buah mahoni dari Parung Panjang mengandung benih rata-rata $62,29 \pm 4,183$ dengan jumlah benih bernas $43,64 \pm 5,964$ benih/buah, sedangkan benih dari Jonggol mengandung benih rata-rata $61,91 \pm 3,485$ dengan benih bernas $48,27 \pm 3,646$. Benih bernas dari kedua lokasi ini lebih kecil dari pada hasil penelitian oleh Mansor et al. (1997) terhadap mahoni di Malaysia. Dalam penelitiannya, buah mahoni mengandung benih bernas antara 48-65 butir. Namun hasil penelitian di Parung Panjang dan Jonggol ini lebih baik daripada hasil penelitian Grogan dan Galvao (2006) di Brazil yang menunjukkan bahwa setiap buah mahoni yang ditelitinya mengandung $60,3 \pm 0,2$ benih/buah dengan rata-rata berisi benih bernas sebanyak $42,4 \pm 0,5$ benih/buah.

Rata-rata berat persatuan benih terdapat perbedaan sangat nyata antara Parung Panjang dengan Jonggol (Tabel 4). Di Parung Panjang berat benih rata-rata $0,84 \pm 0,12$ g lebih berat dari pada benih di Jonggol dengan rata-rata $0,48 \pm 0,10$ g. Di Parung Panjang berat benih tidak berbeda nyata antar plot sedangkan di Jonggol terdapat perbedaan nyata antar plot.

Tabel 1. Produksi buah dan hasil AOVA antar plot di Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Lokasi	Plot	N	Kisaran	Rataan	ANOVA		
						F	Sig.	
Berat buah/ pohon (kg)	Parung Panjang	PP1	4	7,5 - 22,7	13,20 ± 6,727	0,449	0,648	
		PP2	3	6,0 - 15,5	9,37 ± 5,320			
		PP3	9	5,0 - 18,9	11,70 ± 4,654			
	Jonggol	JG1	6	6,6 - 16,6	9,53 ± 3,790	a	7,980	0,004**
		JG2	10	5,0 - 16,6	8,89 ± 3,087	a		
		JG3	3	15,6 - 18,7	17,10 ± 1,552	b		
Jumlah buah/pohon (butir)	Parung Panjang	PP1	4	16 - 52	30,0 ± 15,94	0,795	0,472	
		PP2	3	13 - 34	20,7 ± 11,59			
		PP3	9	14 - 46	28,7 ± 10,86			
	Jonggol	JG1	6	19 - 45	26,7 ± 10,31	a	30,693	0,000**
		JG2	10	21 - 45	31,6 ± 7,69	a		
		JG3	3	64 - 78	71,3 ± 7,02	b		
Panjang buah (mm)	Parung Panjang	PP1	4	129,7 - 162,8	146,6 ± 13,9	1,208	0,328	
		PP2	3	114,8 - 157,5	133,8 ± 17,69			
		PP3	9	123,2 - 164,6	146,7 ± 13,38			
	Jonggol	JG1	6	129,7 - 164,6	142,2 ± 11,79	b	5,662	0,014**
		JG2	10	113,0 - 149,8	126,8 ± 10,24	a		
		JG3	3	113,7 - 130,6	120,2 ± 9,14	a		
Diameter buah (mm)	Parung Panjang	PP1	4	82,9 - 92,6	86,9 ± 4,43	1,025	0,384	
		PP2	3	73,2 - 90,3	83,2 ± 7,25			
		PP3	9	69,3 - 90	81,5 ± 6,43			
	Jonggol	JG1	6	81 - 89,2	84,3 ± 3,05	b	6,801	0,007**
		JG2	10	71,2 - 85,5	77,7 ± 3,9	a		
		JG3	3	73,0 - 80,2	77,5 ± 3,9	a		
Rasio Panjang/Diameter buah	Parung Panjang	PP1	4	1,6 - 1,9	1,7 ± 0,17	1,448	0,268	
		PP2	3	1,5 - 1,9	1,6 ± 0,19			
		PP3	9	1,5 - 2,4	1,8 ± 0,27			
	Jonggol	JG1	6	1,5 - 2,0	1,7 ± 0,15	1,515	0,250	
		JG2	10	1,5 - 1,8	1,6 ± 0,09			
		JG3	3	1,5 - 1,6	1,6 ± 0,08			
Berat buah (g)	Parung Panjang	PP1	4	393 - 495	452,5 ± 43,16	0,804	0,467	
		PP2	3	260 - 474	393,5 ± 97,63			
		PP3	9	340 - 505	418,6 ± 58,24			
	Jonggol	JG1	6	325 - 415	370 ± 36,78	b	12,224	0,001**
		JG2	10	210 - 381	274,9 ± 46,63			
		JG3	3	218 - 283	249 ± 32,6			

Tabel 2. Perbandingan produksi buah dan Uji T antara Parung Panjang dan di Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Lokasi	Lokasi	Mean ± SD	Uji T		
			t	df	Sig.
Berat buah/ pohon (kg)	Parung Panjang	11,6375 ± 5,10501	0,790	33	0,435
	Jonggol	10,3895 ± 4,24498			
Jumlah buah/pohon (butir)	Parung Panjang	27,50 ± 11,978	-1,828	33	0,077
	Jonggol	36,32 ± 17,673			
Panjang buah (mm)	Parung Panjang	143,63 ± 14,707 a	2,802	34	0,008**
	Jonggol	130,65 ± 13,091 b			
Diameter buah (mm)	Parung Panjang	83,19 ± 6,261	1,860	34	0,072
	Jonggol	79,78 ± 4,687			
Rasio Panjang/Diameter buah	Parung Panjang	1,75 ± 0,240	1,742	34	0,090
	Jonggol	1,64 ± 0,115			
Berat buah (g)	Parung Panjang	420,65 ± 65,368 a	5,586	34	0,000**
	Jonggol	300,84 ± 63,224 b			

Tabel 3. Produksi benih dan hasil AOVA antar plot di Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Lokasi	Plot	Kisaran	Rata-rata \pm SD		ANOVA		
						F	Sig	
Jumlah benih bernas/pohon (butir)	Parung Panjang	PP1	835,20 - 2490,80	1391,13 \pm	761,05	1,154	0,346	
		PP2	522,60 - 1339,60	810,73 \pm	458,63			
		PP3	623,00 - 2079,20	1301,44 \pm	454,83			
	Jonggol	JG1	811,30 - 2065,50	1295,53 \pm	450,71	a	32,327	0,000**
		JG2	1001,70 - 2061,00	1508,40 \pm	360,20	a		
		JG3	2944,00 - 3715,20	3426,13 \pm	420,29	b		
Berat benih bernas/pohon (g)	Parung Panjang	PP1	835,20 - 2490,80	1391,13 \pm	761,05	0,989	0,398	
		PP2	522,60 - 1339,60	810,73 \pm	458,63			
		PP3	623,00 - 2079,20	1301,44 \pm	454,83			
	Jonggol	JG1	527,52 - 1367,54	738,73 \pm	313,96	a	12,238	0,001**
		JG2	347,70 - 1202,20	674,32 \pm	234,52	a		
		JG3	1424,74 - 1568,89	1473,26 \pm	82,82	b		
Jumlah benih bernas/buah	Parung Panjang	PP1	42,2 - 52,2	46,7 \pm	4,39	7,487	0,006**	
		PP2	27,1 - 40,2	36,2 \pm	6,12			a
		PP3	39,2 - 52,1	45,6 \pm	3,62			b
	Jonggol	JG1	42,7 - 56,4	49,2 \pm	5,12	0,247	0,784	
		JG2	44 - 52,7	47,8 \pm	3,01			
		JG3	46 - 51,6	48 \pm	3,12			
Jumlah benih hampa/buah	Parung Panjang	PP1	13,5 - 25,7	18,03 \pm	5,348	1,636	0,230	
		PP2	15,1 - 41,1	23,98 \pm	11,712			
		PP3	7,8 - 24,7	16,57 \pm	4,500			
	Jonggol	JG1	42,7 - 56,4	49,2 \pm	5,12	0,247	0,784	
		JG2	44,0 - 52,7	47,8 \pm	3,01			
		JG3	46,0 - 51,6	48 \pm	3,12			
Rasio benih/ovul	Parung Panjang	PP1	0,62 - 0,78	0,7123 \pm	0,069	1,826	0,197	
		PP2	0,40 - 0,73	0,6120 \pm	0,146			
		PP3	0,63 - 0,87	0,7352 \pm	0,068			
	Jonggol	JG1	0,70 - 0,88	0,78 \pm	0,067	0,512	0,609	
		JG2	0,72 - 0,85	0,79 \pm	0,047			
		JG3	0,70 - 0,79	0,75 \pm	0,051			
Berat per satuan benih (g)	Parung Panjang	PP1	0,77 - 1,06	0,90 \pm	0,145	2,909	0,088	
		PP2	0,81 - 0,97	0,91 \pm	0,074			
		PP3	0,66 - 0,93	0,78 \pm	0,101			
	Jonggol	JG1	0,45 - 0,66	0,57 \pm	0,095	b	5,306	0,017**
		JG2	0,35 - 0,58	0,44 \pm	0,073	a		
		JG3	0,38 - 0,53	0,44 \pm	0,083	a		

Tabel 4. Perbandingan produksi benih dan Uji T antara Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Lokasi	Mean \pm SD		t	Uji T df	Sig
Jumlah benih bernas/pohon (butir)	Parung Panjang	1231,86	\pm 547,13	-2,086	33	0,045*
	Jonggol	1743,98	\pm 842,85			
Berat benih bernas/pohon (g)	Parung Panjang	1062,82	\pm 437,92	1,285	33	0,208
	Jonggol	877,25	\pm 403,53			
Jumlah benih bernas per buah	Parung Panjang	43,64	\pm 5,964	a	34	0,007**
	Jonggol	48,27	\pm 3,646	b		
Jumlah benih hampa per buah	Parung Panjang	18,6529	\pm 7,12970	2,713	34	0,010*
	Jonggol	13,6316	\pm 3,58640			
Jumlah total benih	Parung Panjang	62,29	\pm 4,183	0,295	34	0,769
	Jonggol	61,91	\pm 3,485			
Rasio benih/ovul	Parung Panjang	0,70	\pm 0,099	a	34	0,005**
	Jonggol	0,78	\pm 0,053	b		
Rataan berat benih	Parung Panjang	0,84	\pm 0,119	a	34	0,000**
	Jonggol	0,48	\pm 0,100	b		

Tabel 5. Kandungan hara tanah di areal tegakan mahoni di plot Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Hara	PP1		PP2		PP3		JG1		JG2		JG3	
Ph H ₂ O	4,57	(m)	4,57	(m)	4,47	(sm)	5,17	(m)	4,73	(m)	5	(m)
N tot	0,21	(s)	0,29	(s)	0,27	(s)	0,25	(s)	0,17	(r)	0,15	(r)
P ₂ O ₅ tersedia	5,23	(sr)	5,5	(sr)	3,43	(sr)	4,9	(sr)	3	(sr)	4,13	(sr)
Ca	4,81	(r)	4,85	(r)	2,79	(r)	8,6	(s)	3,22	(r)	4,72	(r)
Mg	1,76	(s)	2,3	(t)	9,5	(st)	15,68	(st)	8,97	(st)	9,79	(st)
K	0,49	(s)	0,18	(r)	0,14	(r)	0,17	(r)	0,17	(r)	0,15	(r)
KTK	18,41	(s)	27,02	(s)	31,34	(t)	23,44	(s)	17,84	(s)	20,31	(s)
Al ³⁺	5,8	(r-s)	6,67	(r-s)	10,08	(s-t)	0,12	(sr)	2,44	(sr-r)	2,45	(sr-r)
Zn	6,33	(c)	8,03	(c)	13	(c)	45,33	(c)	38	(c)	28,33	(c)
Mn	2,13	(r-s)	3,23	(s)	697,7	(st)	1152	(st)	1242	(st)	653,7	(st)
Fe	36,73	(t-st)	39,6	(t-st)	7,65	(s-t)	4,4	(r-s)	4,32	(r-s)	4,47	(r-s)
Br	701,7		1042		0		0		0		0	

Keterangan= sm: sangat masam, m: masam, sr: sangat rendah, r : rendah, s: sedang, t: tinggi, st: sangat tinggi, c: cukup

Status hara tanah

Kesuburan tanah berperan dalam inisiasi dan perkembangan bunga. Sebagai contoh adalah penelitian Peba and Tabla (2007) pada pohon *M. zapota*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa tanah yang subur mampu menjamin pematangan dalam proporsi yang lebih besar dan menghasilkan produksi buah lebih besar dibandingkan dengan pohon yang tumbuh ditempat yang kurang subur. Berdasarkan kandungan hara tanah dan menurut kriteria status kesuburan tanah (Anonim, 2005), kedua lokasi memiliki ph yang masam dan tingkat kesuburan yang rendah (Tabel 5). Sebagian besar unsur hara makro nilainya berada pada status sangat rendah hingga sedang yang berarti berada dibawah standar kapabilitas tanah untuk dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Sebagian besar kandungan hara mikro pada anah di kedua lokasi relatif baik. Kandungan Ca pada tanah secara umum tergolong rendah, kandungan Mg termasuk sedang sampai sangat tinggi, Zn tergolong cukup, dan Mn termasuk sedang sampai sangat tinggi. Secara umum kesuburan tanah di Parung Panjang relatif lebih baik dari pada Jonggol.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan N total tanah pada lahan di Parung Panjang berkisar antara 0,21%-0,29%. yang menurut kriteria Anonim (2005) termasuk sedang. Di Jonggol kandungan N berkisar antara 0,12%-0,25% yang tergolong rendah hingga sedang. Nitrogen merupakan anasir hara yang sangat mobil, sehingga sulit tersimpan dalam bahan induk tanah dan lebih banyak tersimpan dalam bahan organik (Poerwowidodo 1991). Bahan organik yang berada di tanah sangat ditentukan oleh kondisi vegetasinya, di mana jenis vegetasi dan kecepatan dekomposisi seresahnya merupakan salah satu faktor penentu kandungan N di dalam tanah (Rahmi dan Biantary 2014). Di lahan hutan, bahan organik yang berasal dari vegetasi merupakan salah satu sumber utama N, karena di hutan pada umumnya unsur N bukan berasal dari pemupukan.

Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara utama yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman baik

pertumbuhan organ vegetatif maupun generatif. Secara umum dibandingkan dengan lahan hutan di Parung Panjang kandungan N total dalam tanah di Jonggol lebih miskin dan lebih bervariasi, dari rendah hingga sedang, berkisar antara 0,12-0,25. Dengan demikian diduga di beberapa tempat kebutuhan Nitrogen untuk pertumbuhan dan proses fisiologis lainnya diantaranya adalah proses reproduksi tidak dapat terpenuhi dengan baik. Kandungan N yang lebih rendah ini bisa menjadi penyebab lebih rendahnya pasokan N untuk pembentukan dan perkembangan buah atau benih di Jonggol. Seperti diketahui unsur hara N merupakan unsur penting untuk membantu mensintesa klorofil. Apabila kekurangan unsur ini maka salah satu dampaknya adalah terjadinya pengguguran daun dan penurunan produksi buah karena perkembangan, pembesaran dan pematangan buah terganggu (Budi 2010). Banyak penelitian pada beberapa tanaman keras menunjukkan adanya peran anasir N dalam reproduksi. Misalnya pada pohon zaitun. Ketersediaan N diperlukan dalam perkembangan reproduksi tanaman zaitun, peningkatan ketersediaan N meningkatkan intensitas pembungaan (Erel, et al. 2008), jumlah bunga setiap karanga bunga (Erel et al. 2013), dan tingkat keberhasilan pembentukan buah (Erel, et al. 2008). Peningkatan N berperan meningkatkan berat buah zaitun namun kemudian menurun saat kandunga N berlebihan (Erel et al. 2011). Pada pohon surian pemupukan N pada tahap fenologi yang tepat dapat meningkatkan produksi buah (Pramono, 2016) Pada apel Nitrogen berpengaruh terhadap pembelahan sel pada buah muda (Curetti et al. (2013).

Unsur lainnya yang juga dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar adalah fosfor (P). Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan unsur P tanah di Parung Panjang dan Jonggol berada pada posisi yang sangat rendah yaitu berkisar antara 3,0 ppm-5,5 ppm. Keadaan ini diduga karena tanah tersebut terbentuk dari bahan induk yang miskin unsur P dan kandungan P dalam bahan organik juga rendah. Kondisi tanah di kedua lokasi yang ber-pH asam dapat meningkatkan kadar ion Al, Fe dan Mn. Ion ini mampu mengikat unsur P di dalam tanah sehingga unsur P

menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Yamani 2010; Yuliasrin 2016)

Ketersediaan fosfor tanah sering suboptimal untuk pertumbuhan tanaman karena imobilitasnya yang ekstrim di sebagian besar tanah (Nord et al. 2009). Tanaman menampilkan kisaran variasi yang rendah dalam adaptasi terhadap ketersediaan fosfor yang rendah (Nord et al. 2009). Anasir P sangat penting karena berperan dalam transfer energi berupa ATP, fotosintesis dan pembentuk fosfolipid. Kekurangan unsur P dapat berakibat tanaman menjadi kerdil, gangguan pada pertumbuhan akar, keterlambatan reproduksi dan warna gelap pada daun (Pinatih et al. 2015, Nord et al. 2009). Beberapa penelitian pada tanaman buah menunjukkan bahwa P pada tanah berpengaruh terhadap produksi bunga. Erel et al. (2013) menyatakan bahwa ketersediaan P berpengaruh terhadap intensitas pembungaan jika terjadi defisiensi P yang parah. Erel et al. (2016) juga menyatakan tingkat nutrisi fosfor berkorelasi positif dengan tingkat tumbuhnya tunas reproduksi, berat karangan bunga (*inflorescence*), tingkat bunga hermafrodit, dan berat putik pada pohon zaitun. Selain produksi bunga, peningkatan kandungan P tanah berdampak positif terhadap produksi buah misalnya pada pohon oak (*Quercus ilex* L.) (Marcos et al. 2007), dan pohon zaitun (*Olea europaea* L.) (Erel et al. 2013). Keberhasilan pembentukan buah (*fruit set*) dan bobot buah juga dapat dipengaruhi oleh kandungan P (Erel et al. 2011). Erel et al. (2016) menyatakan bahwa pada pohon zaitun tingkat nutrisi fosfor berhubungan positif dengan ketahanan buah kecil, keberhasilan pembentukan buah, dan jumlah total buah (Erel et al. 2016).

Hasil analisis hara tanah menunjukkan bahwa tanah di Parung Panjang dan Jonggol memiliki kandungan K yang rendah hingga sedang. Kandungan K pada tanah di kedua tempat ini diduga tidak berpengaruh terhadap produksi buah dan benih, karena menurut Erel et al. (2013) kalium

akan berpengaruh terhadap intensitas pembungaan dan produktivitas jika terjadi defisiensi K yang lama dan berat, misalnya pada tanaman zaitun (Erel et al., 2013). Kandungan K juga tidak berpengaruh terhadap keberhasilan pembentukan buah (Erel, et al. 2008, Erel et al. 2013), kandungan K akan berpengaruh terhadap jumlah total buah per pohon jika K berada dalam kondisi minimum (Erel et al. 2008). Anasir K tidak berpengaruh secara langsung terhadap produksi buah, tetapi berperan dalam pencegahan kerontokan buah, karena K memacu penebalan dinding sel dan kekuatan tangkai (Poerwowidodo, 1993), namun demikian kandungan K di kedua lokasi penelitian dalam status cukup.

Secara umum kandungan unsur hara mikro di kedua lokasi cukup tersedia sehingga diduga unsur hara mikro kecuali Fe dan Br tidak menjadi faktor pembatas dalam produksi buah dan benih mahoni di Parung Panjang dan Jonggol. Kandungan anasir hara Fe pada tanah di Parung Panjang juga lebih tinggi daripada di Jonggol.

Status nutrisi daun

Sudah umum diketahui bahwa status hara pada daun dipengaruhi oleh status hara tanah, namun dalam penelitian ini perbedaan kondisi status hara tanah di antara kedua lokasi diikuti dengan perbedaan kondisi hara daun (Tabel 5 dan tabel 6). Kandungan Boron pada tanah di Jonggol tidak terdeteksi sedangkan di Parung Panjang kandungannya lebih tinggi, namun kandungan hara daun di kedua lokasi tidak berbeda nyata, demikian juga dengan kandungan anasir N. Hal seperti ini juga terjadi pada tanaman surian (Pramono et al. 2015). Diduga status hara daun mahoni tidak hanya ditentukan oleh status hara tanah tetapi juga oleh faktor lainnya, misalnya ketinggian tempat, posisi topografi, kemiringan, dan tipe vegetasi (Wu et al. 2007).

Tabel 6. Perbandingan satatus nutrisi daun dan uji T antar Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Unsur	Lokasi	Range	Rataan	Uji T		
				t	df	Sig.
N (%)	Parung Panjang	1,53 - 2,27	2,05 ± 0,25	-1,934	14	0,074
	Jonggol	1,62 - 2,21	1,83 ± 0,20			
P (%)	Parung Panjang	0,058 - 0,117	0,089 ± 0,020	-3,957	14	0,001**
	Jonggol	0,032 - 0,073	0,054 ± 0,014			
K (%)	Parung Panjang	1,07 - 1,71	1,40 ± 0,23	1,983	14	0,067
	Jonggol	1,41 - 1,87	1,60 ± 0,17			
Ca (%)	Parung Panjang	1,42 - 2,79	2,09 ± 0,48	-3,488	14	0,004**
	Jonggol	0,39 - 1,86	1,17 ± 0,57			
B (ppm)	Parung Panjang	1,01 - 2,99	1,81 ± 0,75	0,403	14	0,693
	Jonggol	1,15 - 4,46	2,01 ± 1,22			

Hasil analisis terhadap 5 unsur hara pada daun, hanya 2 unsur hara yang berbeda nyata antara kedua tempat yaitu unsur P dan Ca. Kandungan anasir P pada daun di Parung Panjang yang rata-rata sebesar $0,089 \pm 0,020\%$ secara nyata lebih tinggi dari pada kandungannya di Jonggol yang sebesar $0,054 \pm 0,014\%$. Belum diketahui apakah kandungan P pada nilai tersebut termasuk rendah atau tinggi, karena sampai saat ini informasi tentang rentang kandungan P pada daun mahoni dan nilai optimalnya belum tersedia. Namun demikian, kandungan P pada daun mahoni di lokasi penelitian relatif rendah dibandingkan dengan nilai P pada pohon lain, seperti pada citrus yang berkisar dari 0.08% sampai 0.14% (Raveh 2013). Pada zaitun konsentrasi P berkisar antara 0,08 hingga 0,12% (Paskovic et al. 2013), dan bobot buah maksimum ditemukan bersesuaian dengan kandungan P daun sekitar 0,2% (Erel et al. 2011).

Secara umum sudah diketahui bahwa kandungan hara P pada daun berkaitan dengan pembuahan. Hasil penelitian Kainer et al. (2007) mengemukakan bahwa konsentrasi P daun berkorelasi negatif dengan produksi buah pada pohon *Bertholletia excelsa*. Namun demikian beberapa penelitian lain pada beberapa di tanaman buah-buahan misalnya pada pohon zaitun menunjukkan adanya pengaruh positif dari kandungan P daun terhadap pembentukan buah dan jumlah buah yang tumbuh hingga masak (Erel et al. 2013). Untuk pembungaan, anasir P hanya berpengaruh jika tanaman berada pada kondisi defisiensi berat. Intensitas pembungaan zaitun tidaklah dipengaruhi oleh P sepanjang kekurangan berat P bisa dihindarkan yaitu P daun di atas 0.09%. Sedangkan jumlah bunga per malai cenderung meningkat dengan meningkatnya P, namun pada konsentrasi di atas batas sekitar 0,13%, peningkatan konsentrasi P daun tidak berpengaruh (Erel et al. 2013). Karena di Jonggol kondisi lahannya marginal, di mana kandungan P sangat rendah, diduga perbedaan kandungan P daun antara tegakan di Parung Panjang dan di Jonggol selain berpengaruh terhadap pembuahan juga berpengaruh terhadap pembungaan.

Karena kandungan P terindikasi menjadi salah satu faktor yang menentukan produksi buah dan benih maka peningkatan kandungan P melalui pemupukan diduga dapat meningkatkan produksi buah dan benih mahoni di kedua tempat tersebut. Pemupukan P biasanya dikombinasikan dengan N dan/atau dengan K untuk menghasilkan peningkatan produksi benih misal pada *Thevetia peruviana* J. (Aboyeji and Abayomi 2013). Penyemprotan pohon mangga Hindi empat kali dengan 2% mono kalium fosfat, dan 2% di-kalium fosfat pada saat bunga mekar penuh, setelah pembentukan buah, selama buah tumbuh, dan sebelum panen sangat efektif untuk meningkatkan retensi buah (Baiea et al. 2015).

Nitrogen merupakan anasir hara yang penting dalam sistem reproduksi. Menurut Nord et al., (2009) daun merupakan penyimpan cadangan nitrogen untuk persediaan buah. Hal ini merupakan fungsi dari daun yang sama pentingnya dengan fungsi fotosintesis. Namun demikian pada penelitian ini anasir N bukan merupakan faktor pembeda dalam produksi buah dan benih di kedua lokasi, karena kandungan N daun dari kedua lokasi tidak berbeda

nyata. Hasil beberapa penelitian juga menemukan bahwa N menjadi faktor pembatas ketika konsentrasi N daun berada di bawah ambang tertentu. Pada zaitun, selama tingkat daun N adalah di bawah 1,4%, meningkatnya nutrisi N ditemukan untuk meningkatkan intensitas pembungaan dan fruit set. Pada citrus menurut penelitian Raveh (2013) konsentrasi N optimal untuk mendukung produksi buah adalah berkisar antara 1,7% sampai 2,4%. Dibandingkan dengan kedua jenis tersebut, kandungan N daun mahoni di kedua tempat ini yang berada pada kisaran 1,53% hingga 2,27%, diduga masih berada pada taraf ketercukupan anasir N.

Demikian juga dengan anasir hara K, anasir hara ini juga diduga bukan sebagai faktor pembeda dalam produksi buah dan benih dari kedua lokasi penelitian. Belum diketahui apakah kandungan K di kedua lokasi ini termasuk tinggi atau rendah, karena belum ditemukan laporan tentang kisaran kandungan K daun mahoni. Namun demikian kandungan K daun mahoni di kedua lokasi yang berkisar antara 1,07-1,87%, relatif tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi K daun pada jenis tanaman lain, misalnya pada pinus yang berada di bawah 0,18, dan pada *C. lusitanica* yang berada di bawah 1,5 (Davis et al. 2007).

Dalam kesimpulan, secara umum produksi buah mahoni di Parung Panjang memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada di Jonggol. Di Parung Panjang semua parameter produksi buah tidak berbeda nyata antar plot, sedangkan di Jonggol hampir semua parameter produksi buah dan benih berbeda nyata antar plot, Buah dari Parung Panjang lebih berat dan lebih panjang dari pada buah dari Jonggol. Jumlah benih bernas dan benih hampa per buah berbeda nyata antara kedua tegakan. Buah dari Parung Panjang berisi benih bernas yang lebih banyak dan lebih berat daripada buah dari Jonggol. Tanah di kedua lokasi memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Sebagian besar unsur hara makro berada pada status sangat rendah hingga sedang, sedangkan kandungan hara mikro sebagian besar berada pada taraf cukup. Kesuburan tanah di Parung Panjang lebih baik dari pada Jonggol. Hasil analisis hara daun, mengindikasikan bahwa perbedaan produksi buah dan benih berkaitan dengan perbedaan kandungan P pada daun. Unsur N dan K terindikasi bukan merupakan faktor pembeda dalam produksi buah dan benih di kedua lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboyeji CM, Abayomi YA. 2013. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizer on agromorphological traits and yield performance of gum bush (*Thevetia peruviana* J.) in Southern Guinea Savanna Zone of Nigeria. Intl J Appl Agric Apicult Res 9(1&2): 28-41.
- Baiea MHM, El-Sharony TF, El-Moneim EA. 2015. Effect of different forms of potassium on growth, yield and fruit quality of mango cv. Hindi. Intl J ChemTech Res 8(4): 1582-1587.
- Anonim. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Jakarta.
- Berjano R, Vega C, Arista M, Ortiz PL, Talavera S. 2006. A multi-year study of factors affecting fruit production in *Aristolochia paucineris* (Aristolochiaceae). Amer J Bot 93(4): 599-606.
- Curetti M, Sánchez E, Tagliavini M, Gioacchini P. 2013. Foliar-applied urea at bloom improves early fruit growth and nitrogen status of spur

- leaves in pear trees, cv. Williams Bon Chretien. *Scientia Horticulturae* 150:16-21.
- Davis MR, Coker G, Parfitt RL, Simcock R, Clinton PW, Garrett LG, Watt MS. 2007. Relationships between soil and foliar nutrients in young densely planted mini-plots of *Pinus radiata* and *Cupressus lusitanica*. *For Ecol Manag* 240: 122-130.
- Erel R, Dag A, Ben-Gal A, Schwartz A, Yermiyahu U. 2008. Flowering and Fruit Set of Olive Trees in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium. *J Amer Soc Hort Sci* 133(5): 639-647.
- Erel R, Dag A, Ben-Gal A, Yermiyahu U, Schwartz A. 2011. The roles of nitrogen, phosphorus and potassium on olive tree productivity. *Acta Hort (ISHS)* 888: 259-268.
- Erel R, Yermiyahu U, Opstal JV, 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.
- Erel R, Yermiyahu U, Yasuor H, Chamus DC, Schwartz A, Ben-Gal A, Dag, A. 2016. Phosphorous nutritional level, carbohydrate reserves and flower quality in olives. *PLoS ONE* 11(12): e0167591. DOI: 10.1371/journal.pone.0167591.
- Grogan J, Galvao J. 2006. Factors Limiting Post-logging Seedling Regeneration by Big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) in Southeastern Amazonia, Brazil, and Implications for Sustainable Management. *Biotropica* 38(2): 219-228.
- Haferkamp M. 1988. Environmental factors affecting plant productivity. In: White RS, Short RE (eds). *Achieving Efficient Use of Rangeland Resources*. Fort Keogh Research Symposium. Miles City. Montana Agr. Exp. Sta, Bozeman.
- Kainer KA, Wadt LHO, Staudhammer CL. 2007. Explaining variation in Brazil nut fruit production. *For Ecol Manag* 250: 244-255.
- Kelly BA, Fleury SG, Bouvet JM. 2007. Impact of agroforestry practices on the flowering phenology of in parklands *Vitellaria paradoxa* in southern Mali. *Agroforest Syst* 71: 67-75.
- Langbour P., Gerard J., Roda JM., Fauzi, PA., Guibal D. 2011. Comparison of wood properties of planted big-leaf mahogany (*swietenia macrophylla*) in Martinique Island with naturally grown mahogany from Brazil, Mexico and Peru. *Journal of Tropical Science* 23(3):252-259.
- Marcos GM, Obrador JJ, Garcia E, Cubera E. 2007. Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management practices. *Agroforest Syst* 70: 25-40.
- Mansor M, Noor, NM, Krishnapillay B. 1997. Collection and handling of mahogany (*Swietenia macrophylla*) seeds for optimum viability. *Journal of Tropical Forest Science* 9(3): 398-410.
- Nord EA, Lynch JP. 2009. Plant phenology: a critical controller of soil resource acquisition. *J Exp Bot* 60(7): 1927-1937.
- Nurhasybi dan Sudradjat DJ. 2009. Teknik pendugaan potensi produksi benih tanaman hutan. *Info Benih Volume* 12(2): 71-82.
- Paskovic I, Perica S, Pecina M, Hancevic K, Paskovic MP, Custic MH. 2013. Leaf mineral concentration of five olive cultivars grown on calcareous soil. *J Central Eur Agric* 14(4): 1471-1478.
- Peba LS, Tabla VP. 2007. Fenologi dan penyerbukan *Manilkara zapota* di hutan dan pekarangan. *For Ecol Manag* 248: 136-142.
- Pinatih IDASP, Kusmiyarti TB, Susila KD. 2015. Evaluasi status kesuburan tanah pada lahan pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 4(4): 282-292.
- Pramono AA, Siregar IZ, Palupi ER, 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): 195-206
- Pramono AA. 2016. Pengaruh dosis pemupukan urea pada tahap fenologi yang berbeda terhadap produksi buah surian (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*. 4(1): 17-24
- Pramono AA, Syamsuwida D, Aminah A. 2016a. Variasi produksi benih gelam (*Melaleuca leucadendron*) pada beberapa tegakan di Sumatera Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 2(2): 143-148.
- Pramono AA, Palupi ER, Siregar IZ, Kusmana C. 2016b. Characteristics of flower, fruit and seed production of surian (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.) in Sumedang, West Java. *Trop Life Sci Res* 27(1): 77-91.
- Rahmi A, dan Biantary MP. 2014. Karakteristik sifat kimia tanah dan status kesuburan tanah lahan pekarangan dan lahan usaha tani beberapa kampung di kabupaten kutai barat. *Ziraa'ah* 39(1): 30-36.
- Raveh E. 2013. Citrus leaf nutrient status: A critical evaluation of guidelines for optimal yield in Israel. *J Plant Nutr Soil Sci* 176: 420-428.
- Santoso H. 2011. Kebijakan sumber benih dan potensi kebutuhan benih untuk mendukung penanaman satu milyar pohon. *Makalah Seminar Nasional Pembangunan Sumber Benih*, Yogyakarta.
- Saunders J, Reeve R. 2014. *The EU Timber Regulation and CITES. Energy, Environment and Resources* PP EER 2014/08. CIFOR, Chatham House. London.
- Surat Keputusan Kementerian Kehutanan No.707/Menhut-II/2013 tentang Penetapan Jenis Tanaman Hutan yang Benihnya Wajib Diambil dari Sumber Benih Bersertifikat
- Snook LK, Camara-Cabrales L, Kelty MJ. 2005. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): patterns of variation and implications for sustainability. *For Ecol Manag* 206: 221-235.
- Yamani A. 2010. Kajian tingkat kesuburan tanah pada hutan lindung Gunung Sebatung di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis* 11(29): 32-37.
- Yuliastrin A. 2016. Status hara makro tanah yang ditumbuhi populasi bintangur (*Calophyllum* spp.) (Studi kasus di hutan lindung Sei Tembesi dan Bukit Tiban, Batam). *Jurnal Matematika, Sain, dan Teknologi* 17(2): 68-76.
- Wani IA, Bhat MY, Lone AA, Mir MY. 2010. Unfruitfulness in fruit crops: Causes and remedies. *African J Agric Res* 5(25): 3581-3589.
- Wu CC, Tsui CC, Hsieh CF, Asio VB, Chen ZS. 2007. Mineral nutrient status of tree species in relation to environmental factors in the subtropical rain forest of Taiwan. *For Ecol Manag* 239: 81-91.