



Model Pertumbuhan Rasional Tanaman Balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck) di Lahan Rawa Gambut Kalimantan Tengah

(Rational Growth Model of Balangeran Plants (*Shorea balangeran* Korth. Burck) in Peat Swamp Lands of Central Kalimantan)

Wahyudi^{1*}, Petrus Poerwadi¹, I Nyoman Sudyana¹, Johanna Maria Rotinsulu¹

¹ Program Pasca Sarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Yos Sudarso Kampus UPR Palangka Raya 73111

* Corresponding Author: wahyudi888@for.upr.ac.id

Article History

Received : November 12, 2024

Revised : November 22, 2024

Approved : November 30, 2024

Keywords:

growth, balangeran plant, peat swamp land.

© 2024 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Sejarah Artikel

Diterima : 12 Nopember, 2024

Direvisi : 22 Nopember, 2024

Disetujui : 30 September, 2024

Kata Kunci:

Pertumbuhan tanaman balangeran, lahan rawa gambut

© 2024 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ABSTRACT

The balangeran tree (*Shorea balangeran* Korth. Burck) is a commercial species that grows well in peat swamps. Plant growth can be described through mathematical equations. The research aims to determine the most appropriate harvest time for balangeran plants. The model was then tested for validation, accuracy and coefficient of determination. The results of the research show that the rational diameter growth model for balangeran plants is namely: $y = -6.94 + 7.26x / (1 + 0.48x + (-0.01)x^2)$ with a coefficient of determination of 80%. The equation is valid and quite accurate. Based on this equation, the harvest time for balangeran plants can be determined, namely 29 years, when the average diameter of balangeran plants reaches 30.97 cm

ABSTRAK

Balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck) adalah salah satu pohon komersial yang tumbuh di lahan rawa gambut. Pertumbuhan tanaman dapat digambarkan melalui persamaan matematika. Penelitian bertujuan untuk menentukan persamaan pertumbuhan diameter tanaman balangeran. Untuk menentukan persamaan pertumbuhan diameter yang paling tepat digunakan uji validasi, uji akurasi dan nilai koefisien determinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model persamaan pertumbuhan rasional pada diameter tanaman balangeran adalah $y = -6.94 + 7.26x / (1 + 0.48x + (-0.01)x^2)$ dengan nilai koefisien determinasi sebesar 80%, persamaan valid dan cukup akurat. Berdasarkan persamaan ini waktu panen yang paling baik adalah 29 tahun yaitu pada saat diameter rata-rata tanaman balangeran sebesar 30,97 cm.

1. Pendahuluan

Berdasarkan hasil uji jenis (species trial) tanaman di lahan rawa gambut, pohon balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck) termasuk jenis yang potensial untuk ditanam dan digunakan untuk restorasi lahan rawa gambut terdegradasi (Setyo et.al 2013) dan areal belukar rawa gambut (Sampang 2015). Persen hidup tanaman balangeran di lahan rawa gambut lebih dari 75 % sehingga sangat sesuai digunakan untuk tanaman budiaya dan kegiatan restorasi lahan rawa gambut terdegradasi (Turjaman et.al 2011). Tanaman ini juga masuk

dalam IUCN Red List of Threatened Species (Indriani et.al 2019)

Balangeran atau kahoi adalah salah satu jenis dari suku Dipterocarpaceae yang secara alami tumbuh pada daerah rawa gambut. Pohon balangeran juga memiliki manfaat ekonomi dan nilai ekologi yang sangat baik karena kayunya memiliki harga jual tinggi (Rusmana 2012, Setyo et.al 2012, Wibisono et.al 2005), memiliki peranan yang besar dalam mempertahankan keberlanjutan ekosistem hutan rawa gambut (Atmoko 2011, Indriani et.al 2020). Pohon ini juga mempunyai manfaat

sebagai tanaman obat, seperti untuk antibiotik (Wardani et, al 2021) dan kulit kayunya dapat menghamat pertumbuhan parasit babesial (Subeki at.al 2005).

Beberapa instansi dan anggota masyarakat telah melakukan penanaman balangeran alam skala uji coba, penelitian, dan sebagai tanaman arboretum. Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Pulang Pisau di Provinsi Kalimantan Tengah telah membangun hutan kota menggunakan tanaman balangeran sejak tahun 2009. Upaya penanaman balangeran seperti ini perlu didukung, karena di samping turut melestarikan tumbuhan yang telah kritis, juga dapat memperbaiki kualitas sumberdaya alam dan ekosistem lahan gambut serta mendatangkan keuntungan finansial pada saat pemanenan.

Upaya untuk memprediksi capaian hasil tanaman balangeran dapat dilakukan dengan membuat persamaan pertumbuhan tanaman (Brown 1997, Burckhart 2003, Grant et.al 1997, Hauhs et.al 2003, Radonsa et.al 2003, Wahyudi 2013). Model persamaan pertumbuhan tanaman dapat menggunakan pendekatan persamaan rasional, eksponensial, persamaan polinomial, persamaan logistik, dan lain-lain. Dengan terbentuknya model persamaan pertumbuhan tersebut para stakeholders dapat melakukan prediksi capaian hasil tanaman balangeran pada waktu tertentu dan dapat merencanakan pemanenan kayu balangeran dalam waktu yang tepat.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan model pertumbuhan tanaman balangeran. Penelitian ini bermanfaat untuk prediksi capaian hasil tanaman balangeran pada waktu tertentu sehingga *stakeholders* dapat menyusun perencanaan budidaya tanaman balangeran yang baik termasuk merencanakan waktu pemanenan tanaman balangeran yang tepat.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan pada tanaman balangeran di hutan kota Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah, Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru dan kebun balangeran

milik masyarakat. Semua sampel tanaman balangeran diambil pada daerah yang rawa gambut, kedalaman gambut 1-3 m dan jarak dari sungai 1-3 km. Sampel tanaman balangeran diambil pada tanaman dengan kelas umur 1, 2, 3, 4, 6, 7, 12 dan 16 tahun. Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai September 2024

2.2. Obyek, Alat dan Bahan Penelitian

Prosedur pengumpulan data untuk mengetahui pertumbuhan dan membuat model persamaan pertumbuhan tanaman balangeran adalah:

- 1) Menentukan populasi tanaman yang dibagi menjadi beberapa kelas umur tanaman balangeran, yaitu 1 tahun, 2 tahun, 3 tahun, 4 tahun, 6 tahun, 7 tahun, 12 tahun dan 16 tahun.
- 2) Pada setiap populasi tanaman ditentukan sebanyak 150 sampel tanaman yang akan diukur diameter setinggi dada (dbh) dan tinggi tanaman. Sampel tanaman ditentukan secara sistematis dengan permulaan secara acak
- 3) Melakukan pengolahan dan analisis data untuk mengetahui pertumbuhan tanaman dan MAI.
- 4) Melakukan pemodelan pertumbuhan diameter tanaman balangeran menggunakan model persamaan pertumbuhan rasional
- 5) Melakukan uji validasi, akurasi dan koefisien determinasi pada model yang dibuat.

2.3. Metode Analisa Data

a) Persentase hidup tanaman

Persentase hidup tanaman dihitung dengan pendekatan sebagai berikut (Pollet dan Nasrullah,1994):

$$\text{Persentase hidup} = (\Sigma \text{tanaman hidup} / \Sigma \text{tanaman yang ditanam}) \times 100\%$$

b) Model persamaan pertumbuhan rasional

Pola pertumbuhan tanaman balangeran dibentuk berdasarkan fungsi riap dan waktu melalui model persamaan fungsi rasional

(*rational fuction model*) (Wahyudi, 2013) dengan persamaan :

$$y = \frac{a + b x}{1 + c x + d x^2}$$

Keterangan:

y : diameter akhir
x : waktu dalam tahun
a, b, c, d : konstanta

c) Validasi dan Akurasi Model Persamaan Pertumbuhan Tanaman

Pola pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman yang baik adalah pola pertumbuhan yang mendekati keadaan sesungguhnya di lapangan. Untuk mengetahui akurasi pola pertumbuhan tanaman tersebut, dapat dilakukan uji Chi Kwadrat sebagai berikut (Sudjana 1988, Wahyudi 2013):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

O_i = data aktual (*observed*) ke-i
 E_i = data dugaan/hasil pemodelan (*expected*) ke-i
n = jumlah pasangan data
Apabila nilai χ^2 hitung $\geq \chi^2$ tabel (db-1; 0,05), maka terima H1 (data berbeda)
Apabila nilai χ^2 hitung $< \chi^2$ tabel (db-1; 0,05), maka terima H0 (data homogen)

Sedangkan tingkat keakuratan model penelitian dihitung berdasarkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan persamaan sebagai berikut (Wahyudi, 2013):

$$y = 100\% - \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|O_i - E_i|}{E_i} \times 100\% \right]$$

Kriteria:

y > 80% = sangat akurat
y = 75% - 79,99% = akurat
y = 60% - 74,99% = cukup akurat
y < 60% = tidak akurat.

3. Hasil Penelitian

3.1. Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan didapatkan data diameter dan tinggi

total tanaman balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck) seperti yang disajikan pada Tabel 1, yang menunjukkan bahwa tanaman balangeran berumur 1, 2, 3, 4, 6,7, 12 dan 16 mempunyai diameter rata-rata sebesar 0,41 cm; 1,51 cm; 6,38 cm; 7,86 cm; 10,24 cm; 11,97 cm; 11,76 cm dan 19,03 cm. Dengan demikian MAI diameter tanaman balangeran sampai pada umur 16 tahun sebesar 1,19 cm/tahun. Dengan umur yang sama, tanaman balangeran mempunyai rata-rata tinggi pucuk sebesar 0,56 m; 1,17 m; 5,24 m; 6,5 m; 10,29 m; 10,57 m, 9,34 m dan 13,78 m dengan MAI tinggi total sebesar 0,86 m/tahun. Gambaran pertumbuhan tanaman balangeran disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Rekapitulasi data hasil pengukuran diameter dan tinggi tanaman balangeran

No	Umur Tanaman (Tahun)	Rerata	
		Diameter (cm)	Tinggi (m)
1	1	0,41	0,56
2	2	1,51	1,17
3	3	6,38	5,24
4	4	7,86	6,50
5	6	10,24	10,29
6	7	11,97	10,57
7	12	11,76	9,34
8	16	19,03	13,78

Sumber: Data diolah, 2024

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa pertumbuhan tanaman balangeran di lahan rawa gambut yang ada di Kabupaten Pulang Pisau selalu mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu. Pada tanaman berumur 12 tahun, tanaman balangeran menunjukkan performa yang kurang baik di banding tanaman yang lebih muda, yaitu 6 dan 7 tahun. Hal ini disebabkan tanaman yang berumur 12 tahun tersebut yang terdapat di Desa Tumbang Nusa yang sering terendam air, sedangkan tanaman balangeran umur 7 tahun yang terdapat di arboretum Dinas Perkebunan dan Kehutanan Pulang Pisau selalu mendapat perawatan dengan membuat baluran, yaitu gundukan tanah memanjang sehingga tanaman tidak tergenang pada saat hujan turun.

Tanaman balangeran dalam penelitian ini ditanam dengan jarak tanam 4x4 m atau dengan kerapatan yang tinggi. Tanaman dengan kerapatan tinggi cenderung menghasilkan

pertumbuhan yang lebih lambat ketika tajuk pohon sudah mulai bersentuhan, karena persaingan tempat tumbuh yang lebih besar (Ramadhan et.al 2023, Patabang et.al 2011). Untuk mengatasi hal ini, sebaiknya tanaman dilakukan penjarangan secara berkala. Kerapatan merupakan fungsi dari diameter, makin rapat jarak tanaman maka pertumbuhan diameter pohon akan cenderung lebih lambat (Wahyudi dan Panjaitan 2011, Wahyudi dan Pamoengkas 2013).



Gambar 2. Tanaman Balangeran berumur 7 tahun di hutan kota Kabupaten Pulang Pisau

Tumbuhan yang ditanam dengan jarak tanam rapat menciptakan ruang tumbuh yang sempit untuk berkembang secara baik. Persaingan tempat tumbuh dalam lingkungan yang terbatas akan menyebabkan zone perakaran dalam tanah menjadi terbatas dan persaingan tajuk untuk memperoleh sinar matahari yang optimal juga sulit diperoleh. Dalam rangka mendapatkan pertumbuhan tanaman yang baik, maka tajuk pohon tidak boleh ada yang bertautan dan tanda ini sekaligus sebagai koreksi terhadap jarak tanam yang telah dibuat sebelumnya (DNPI 2012, Hilwan et.al 2013, Lansberg 1986, Nyland 1996). Tanaman yang ditanam pada jarak tanam yang lebih lebar mendapatkan zona perakaran yang lebih luas dan cahaya lebih banyak sehingga berdampak langsung pada laju pertumbuhannya.

Pertumbuhan diameter tanaman balangeran di lokasi penelitian meningkat seiring bertambahnya umur tanaman seperti

terlihat pada Tabel 2, yang menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan diameter balangeran mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, di mana rata-rata terbesar dicapai pada saat tanaman berumur 16 tahun, yaitu sebesar 19,03 cm, sedangkan untuk riap menunjukkan tidak adanya kecenderungan yang konsisten. Berdasarkan nilai simpangan baku (SD) dapat diketahui pertumbuhan diameter balangeran yang memiliki tingkat keragaman tinggi yaitu saat umur tanaman 16 tahun dan tingkat keragaman yang paling rendah yaitu saat umur tanaman 1 tahun. Nilai keragaman semakin besar seiring dengan bertambahnya umur.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Mean Annual Increment diameter Balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck)

Umur	Diameter			MAI (Cm/tahun)	SD
	Max	Min	Rata-Rata		
1	0,70	0,10	0,41	0,41	0,12
2	2,30	0,80	1,51	0,76	0,35
3	10,80	2,50	6,38	2,13	1,65
4	15,00	4,00	7,86	1,96	2,09
6	15,30	6,30	10,24	1,71	1,87
7	20,70	7,74	11,97	1,71	2,46
12	26,69	6,53	11,76	0,98	3,47
16	26,97	13,54	19,03	1,19	3,58

Sumber: Data diolah, 2024

Mean Annual Increment (MAI) terbesar dijumpai pada tanaman berumur 3 tahun, yaitu 2,13 cm/tahun. Namun dari umur 1-16 tahun, pertumbuhan riap diameter umur 1 adalah yang terkecil dibandingkan dengan yang lain. Hal ini diduga karena tanaman masih menyesuaikan dengan lingkungan yang baru walaupun habitatnya sama. Pertumbuhan tanaman cenderung membentuk sigmoida (Burckhart 2003, Hauhs et.al 2003, Wahyudi 2012), yaitu tumbuh lambat pada awalnya, kemudian cepat lalu melambat kembali mendekati masa daur tanaman. Penelitiannya terhadap meranti merah menunjukan bahwa pertumbuhan diameter tanaman pada mulanya kecil, kemudian secara bertahap bertambah besar (Grant et. al 1997, Setyo et.al 2012). Pada tahap pertumbuhannya, tanaman balangeran masih membutuhkan perlakuan silvikultur berupa pemeliharaan tanaman yang intensif, seperti penyulaman, pendangiran, pemulsaan dan pembebasan. Pertumbuhan tanaman balangeran juga dibantu oleh kehadiran mikorisa

Scleroderma columnare (Laura *et.al* 2023) dan Scleroderma spp. (Turjaman *et.al* 2011). Kehadiran mikorisa juga mampu menghambat kehadiran penyakit (Rahmanto, 2012, Triwibowo *et.al* 2014).

3.2. Model Pertumbuhan

Pertumbuhan dan hasil (*growth and yield*) tegakan hutan dalam ukuran kuantitatif dapat digambarkan melalui model pertumbuhan tanaman yang membentuk persamaan regresi berganda (Hauhs *et.al* 2003). Pertumbuhan pohon sejatinya bukan linier, namun membentuk pola sigmoida parabolic yang digambarkan melalui persamaan regresi berganda (Bettinger *et.al* 2009, Burckhart 2003, Hauhs *et.al* 2003, Wahyudi 2012). Persamaan tersebut biasanya dibentuk berdasarkan fungsi waktu atas kondisi dan besaran diameter, tinggi atau volume pohon. Berdasarkan model ini, dapat diproyeksikan kondisi tegakan pada setiap umur sehingga memungkinkan pihak pengelola memperoleh informasi yang diperlukan dalam pengambilan keputusan manajemen, diantaranya yang berhubungan dengan penentuan daur tebang berasaskan kelestarian. Hasil pemodelan persamaan pertumbuhan diameter tanaman balangeran menggunakan persamaan rasional sebagai berikut:

$$y = \frac{-6,94 + 7,26 x}{1 + 0,48 x + (-0.01) x^2}$$

Keterangan:

y: diameter akhir

x: waktu dalam tahun

3.3. Uji Model Persamaan Pertumbuhan

Model pertumbuhan rasional untuk diameter tanaman balangeran dilakukan uji validasi, uji keakuratan dan nilai koefisien determinasi. Uji validasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil proyeksi diameter tanaman hasil pemodelan (*expected*) dengan data diameter tanaman sesungguhnya hasil pengukuran di lapangan (*observed*) (Sudjana 1988). Hasil uji ini akan diketahui apakah kedua data termasuk data homogen (valid) atau

heterogen (berbeda). Berdasarkan hasil uji validasi diperoleh nilai Chi square (χ^2) hitung: 2,48 yang lebih kecil dari nilai Chi square (χ^2 tabel_{7,0.95} : 14,07 (terima H₀) sehingga model persamaan rasional tersebut valid. Model yang valid dapat dipergunakan untuk memprediksi capaian hasil berdasarkan waktu yang diinginkan.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah indikator kesalahan model yang menentukan tingkat akurasi sebuah model. Berdasarkan hasil analisis MAPE terhadap model persamaan pertumbuhan diameter tanaman balangeran, diperoleh nilai akurasi model sebesar 75,45 % sehingga model tersebut akurat sehingga dapat dipergunakan. Model tersebut mempunyai koefisien determinasi sebesar 80% sehingga umur tanaman dapat menentukan besaran diameter tanaman balangeran yang tumbuh di lahan rawa gambut.

3.4. Waktu Panen Tanaman Balangeran

Waktu panen tanaman balangeran ditentukan berdasarkan capaian diameter rata-rata. Kualitas hasil ditentukan dari tingkat penyebaran data yang membentuk kurva mirip lonceng (Burckhart 2003, Wahyudi 2013). Berdasarkan model persamaan pertumbuhan diameter tanaman balangeran yang valid, akurat dan mempunyai koefisien determinasi tinggi (80%), dapat disusun tabel capaian diameter tanaman balangeran pada umur tertentu (Tabel 3).

Tanaman balangeran tumbuh pada lahan rawa, gambut dan kerangas (heath soil) (Balitan 2012, Indriani *et.al* 2019, Mc Kinnon *et.al* 2000, Wahyudi 2012). Tanaman ini mampu tumbuh pada daerah tergenang maupun kering (Atmoko 2011, Indriani *et.al* 2020, Wibsonono *et.al* 2005). Berdasarkan hasil survei di wilayah Tumbang Nusa dan Jabiren, Kabupaten Pulang Pisau, bahwa masyarakat memproduksi dan memperdagangkan kayu balangeran berdiameter 20 cm sampai 30 cm. Kayu tersebut dapat dimanfaatkan untuk pondasi, jembatan dan berbagai penggunaan lain yang memerlukan kekuatan dan keawetan kayu yang tinggi. Berdasarkan Tabel 3, waktu panen

tanaman balangeran pada saat mencapai diameter 30,97 cm adalah 29 tahun. Apabila stakeholder menginginkan kayu balangeran berdiameter 25 cm, maka waktu panen yang baik adalah pada umur 25 tahun, karena pada saat itu rata-rata diameter tanaman balangeran telah mencapai 25.56 cm.

Tabel 3. Prediksi Pencapaian hasil diameter tanaman balangeran pada umur tertentu menggunakan model persamaan rasional

Year	D (cm)	Year	D (cm)	Year	D (cm)
2	2,91	12	14,70	22	22,44
3	5,46	13	15,39	23	23,41
4	7,28	14	16,09	24	24,45
5	8,69	15	16,80	25	25,56
6	9,84	16	17,52	26	26,76
7	10,82	17	18,26	27	28,05
8	11,70	18	19,02	28	29,45
9	12,51	19	19,82	29	30,97
10	13,26	20	20,65	30	32,63
11	13,99	21	21,52	31	34,47

Sumber: Data diolah, 2024

Tabel 3 dapat dipergunakan stakeholder untuk memprediksi capaian diameter tanaman balangeran pada umur tertentu. Capaian diameter tanaman ini dapat dikonversi menjadi volume menggunakan tabel volume tanaman balangeran atau menggunakan hasil pengukuran tinggi bebas cabang tanaman. Selanjutnya, volume kayu didapatkan dapat dikonversi menjadi nilai finansial per m³ untuk keperluan analisis ekonomi budidaya tanaman balangeran di lahan rawa gambut.

Tabel ini hanya dipergunakan pada tanaman balangeran yang ditanam pada lahan rawa gambut dengan ketebalasan tidak lebih dari 3 meter, khususnya di wilayah Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia. Apabila tabel tersebut akan digunakan pada wilayah lain maka disarankan untuk melakukan validasi ulang.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Pertumbuhan rata-rata diameter tanaman balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck) pada umur 1, 2, 3, 4, 6, 7, 12 dan 16 tahun masing-masing adalah 0.41cm, 1.51 cm, 6.38 cm, 7.86 cm, 10.24 cm, 11.97 cm, 11.76 cm dan

19.03 cm dengan MAI tertinggi pada umur 3 tahun yaitu sebesar 2, 13 cm/tahun

Model persamaan rasional untuk menggambarkan pertumbuhan diameter tanaman balangeran yang valid, dengan akurasi 68.69 % dan koefisien determinasi sebesar 80 %, yaitu:

$$y = \frac{-6,94 + 7,26 x}{1 + 0,48 x + (-0,01) x^2}$$

4.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan persamaan pertumbuhan tanaman pada kondisi tapak yang berbeda
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa kelayakan finansial pada budidaya tanaman balangeran

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan pada Kelompok Tani Hutan di Desa Jabiren, Bapak Karli, yang telah mengizinkan melakukan riset di kebun miliknya.

Daftar Pustaka

- Atmoko, T. 2011. Potensi Regenerasi dan Penyebaran *Shorea balangeran* (*Shorea balangeran* Korth. Burck) di Sumber Benih Saka Kajang Kalimantan Tengah. Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam. Kalimantan Timur. Jurnal Penelitian *Dipterokarpa*. Vol 5 No. 2: 21 – 36.
- Balitan. 2012. Lahan Gambut Indonesia: Pengertian, Istilah, Definisi dan Sifat Tanah Gambut. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian RI, Jakarta.
- Bettinger P, K. Boston, J.P. Siry, dan DL Grebner. 2009. Forest Management and Planning. Academic. Press – Elsevier.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass change of tropical forest a primer. FAO Forestry Paper No.134. FAO USA.

- BSN. 2013. Standard Nasional Indonesia (SNI) No.7925: 2013. Pemetaan Lahan Gambut Skala 1:50.000 berbasis Citra Penginderaan jauh. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Burckhart, H.E. 2003. Suggestion for choosing an appropriate level for modelling forest stand. In Amaro A, Reed D, Soares P, editors. Modelling Forest System. CABI Publishing.
- Coates, K.D., dan P. J. Burton. 1997. A gap-based approach for development of silvicultural system to address ecosystem management objectives. *Journal Forest Ecology and Management* 99; 337-35.
- DNPI. 2012. Ringkasan Eksekutif: Definisi Gambut di Indonesia - Menjembatani Ilmu untuk Kebijakan . Draft usulan edisi 3 Agustus 2012. Dewan Nasional Perubahan Iklim, Jakarta.
- Finkeldey, R. 1989. An Introduction to Tropical Forest Genetic. Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Goettingen, Germany.
- Fisher, R.F., dan Binkley. 2000. Ecology and Management of Forest Soil. Third Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Grant, W.E., E.K. Pedersen., dan S.L. Marin. 1997. Ecology and Natural Resource Management. Systems Analysis and Simulation. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Halle, F., R.A.A. Oldeman., dan P.B. Tomlinson. 1978. Tropical Trees and Forest, An Architectural Analysis. Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York.
- Hani, A dan Rachman, E. 2007. Evaluasi Ketahanan Hidup Tanaman Uji Spesies dan Konserevasi Ek-Situ Dipterocarpaceae di RPH Carita Banten. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Balai Penelitian Kehutanan Ciamis. Info Teknis Vol. 5 No. 1.
- Hauhs M., F.J. Knauff., dan H. Lange. 2003. Algorithmic And Interactive Approaches To Stand Growth Modelling. In Amaro A, Reed D, Soares P, editors. Modelling Forest System. CABI Publishing.
- Hilwan, I, Yadi S, dan R. Hendriyana. 2013. Evaluasi pertumbuhan beberapa jenis dipterocarpaceae di areal vegetasi PT. Kitadin, Kalimantan Timur. *Jurnal Silviculture Tropika*. Vol 02. ISBN : 2086-8227. 108-112.
- Hyne, K. 1987. Tumbuhan berguna Indonesia. Badan Litbang Kehutanan.
- Indriani F, Ulfah JS, Deden, D Matra, IZ Siregar. 2019. Ecological aspects and genetic diversity of *Shorea balangeran* in two forest types of Muara Kendawangan Nature Reserve, West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* Vol.20 No.2 (2019): 482-488
- Indriani F, Ulfah JS, Deden, D Matra, IZ Siregar. 2020. De novo transcriptome data sets of *Shorea balangeran* leaves and basal stem in waterlogged and dry soil. *Journal of Data in Brief* Vol. 28 104998 February 2020
- Kadariah, Karlina, dan C. Gray. 1999. Pengantar Evaluasi Proyek. Edisi Revisi. Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Karim, AR, 2009. Analisis Kelayakan Usaha. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman.
- Kozlowski, T.T., dan S.G. Pallardy. 1997. Physiology of Woody Plants. Academic Press.
- Kumar, S dan F. Matthias. 2004. Molecular Genetic and Breeding of Forest Trees. Food Product Press. An Imprint of The Haworth Press, Inc. New York, London, Oxford.

- Landsberg, J.J. 1986. *Physiological Ecology of Forest Production*. Academic Press, London.
- Laura L. B. Graham, Maman Turjaman, Susan E. Page. 2023. *Shorea balangeran* and *Dyera polyphylla* (syn. *Dyera lowii*) as tropical peat swamp forest restoration transplant species: effects of mycorrhizae and level of disturbance. *Wetlands Ecology and Management*. Volume 21, pages 307–321, (May 2013)
- Lee, R. 1990. *Hidrologi Hutan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- MacKinnon K., G. Hatta., H. Halim, dan A. Mangalik. 2000. *Ecology of Kalimantan*. Series of Ecology of Indonesia, Book III. Canadian International Development Agency (CIDA), Prenhallindo, Jakarta.
- Naiem, Moh. dan P. Raharjo. 2006. *Petunjuk Teknis Pemaparan Konservasi Ex-situ Shorea leprosula*. ITTO PD 106/01 Rev. 1 (F). Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nyland. R.D. 1996. *Silviculture Concepts and Applications*. New York: McGraw Hill Companies, Inc.
- Patabang, M., D. Malamassam., S. A. Paembonan., dan M. Dassir. 2011. Model prediksi riap tinggi jenis pinus (*pinus mercusii*) pada hutan rakyat di tana toraja. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. Vol 6, No.2; 111-115.
- Priatna D, Purwanto, AH. Lukman, S. Utami. 2023. Pengaruh Pupuk Majemuk Lambat Urai Terhadap Pertumbuhan dan Serangan Hama pada Bibit Belangeran (*Shorea Balangeran*). *Journal of Top Agriculture* Vol 1 No.1 (2023)
- Radonsa. P.J., Koprivica. M.J., dan Lavadinovic. V.S. 2003. Modelling current annual height increment of young Douglas-fir stands at different site. In Amaro A, Reed D, Soares P, editors. *Modelling Forest System*. CABI Publishing.
- Rahmanto. B dan .A. 2012. Potensi jenis-jenis hama dan penyakit pada tanaman Balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck). *Budidaya Shorea balangeran (Shorea balangeran Korth. Burck) di Lahan Gambut*. Kementerian Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Banjarbaru. 76-89.
- Ramadhan GF, A Bosar, A Yusran, B Sahari, 2023. Conservation efforts of *Shorea balangeran* in oil palm landscape: case study from Central Kalimantan. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1220 012001 DOI 10.1088/1755-1315/1220/1/012001
- Rusmana. 2012. Perbenihan dan pembibitan Balangeran (*Shorea balangeran* Korth. Burck) (*Shorea balangeran (Shorea balangeran Korth. Burck)*). Hal 5-28. *Dalam S. Tjuk, S. Hadi dan E. Savitri (ed). Budidaya Shorea balangeran (Shorea balangeran Korth. Burck) di Lahan Gambut*. Cetakan Pertama. Balai Penelitian Kehutanan, Kalimantan Selatan.
- Sampang, 2015. Analisis Ketahanan Beberapa Jenis Tanaman terhadap Penggenangan di Lahan Rawa Gambut Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Tesis. Program Pasca Sarjana PSAL Universitas Palangka Raya. Tidak Dipublikasi.
- Setyo, R., Rusmana dan B. Leksono. 2012. Strategi Pemuliaan *Shorea balangeran (Shorea balangeran Korth. Burck)* untuk penghasil Kayu Pertukangan. Hal 90-110. *Dalam S. Tjuk, S. Hadi dan E. Savitri (ed). Budidaya Shorea balangeran (Shorea balangeran Korth. Burck) di Lahan Gambut*. Cetakan Pertama. Balai Penelitian Kehutanan, Kalimantan Selatan.
- Setyawati L, Istomo, Leti S, Hesti LT. 2023. Growth of *Dyera polyphylla* and *Shorea balangeran* Seedlings on Various Growing Media for Restoration Program. **Jurnal Sylva Lestari**. Vol.11 No.2 (2023)
- Sawada M, Lahjie AM, BDAS Simarangkir. 2013. An Analysis on the Growth and Financial Feasibility of *Shorea Ovalis* and

- Shorea Balangeran* Plantation Forest with Restoration using Indonesian Silvicultural Systems as a Model for Sustainable Natural Forest Management in East Kalimantan Province. *Journal of Economics and Sustainable Development* Vo. 4 No.17, 2013
- Subeki, Shinkichi Nomura, Hideyuki Matsuura, Masahiro Yamasaki, Osamu Yamato, Yoshimitsu Maede, Ken Katakura, Mamoru Suzuki, Trimurningsih, Chairul, Teruhiko Yoshihara. 2005. Anti-Babesial Activity of Some Central Kalimantan Plant Extracts and Active Oligostilbenoids from *Shorea balangeran*. *Planta Med* 2005. Vol. 71 (5): 420-423. DOI: 10.1055/s-2005-864136
- Sudjana. 1988. *Metoda dan Analisis Eksperimen*. Penerbit Trasito Bandung
- Balitbanghut. 2012. Identifikasi Lokasi Penanaman Kembali Ramin (*Gonystylus bancanus* Kurz) di Hutan Rawa Gambut Sumatera dan Kalimantan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Restorasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dengan International Tropical Timber Organization (ITTO)-CITES. FORDA PRESS. Bogor.
- Triwibowo, T., Jumani dan H. Emawati. 2014. Identifikasi hama dan penyakit *Shorea leprosula* Miq di Taman Nasional Kutai Resort Sangkima Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Agrifor*. Vol XIII No. 2; 175-184
- Turjaman M, Erdy S, Agung S, Samang G, Suwido HL, Yutaka T, Mitsuru O, Keitaro T. 2011. Ectomycorrhizal fungi promote growth of *Shorea balangeran* in degraded peat swamp forests. *Wetlands Ecology and Management*. Volume 19, pages 331–339, (May 2011)
- Usis, Winarti S, Sosilawaty, Fenky A, Kitso K, Untung D. 2021. The Rate of Carbon Dioxide (CO₂) Emission in Various Ages and Conditions of Balangeran Plant (*Shorea Balangeran*) at Ombrogenous Peatlands in Central Kalimantan. **Systematic Reviews in Pharmacy Vol 12, Issue 3 (2021) Pp.982**
- Wahyudi dan Panjaitan. S. 2011. Model pertumbuhan dan hasil tanaman *shorea leprosula* pada sistem tebang pilih tanam jalur teknik silin. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* Vol.5 No.2; 37-46.
- Wahyudi. 2012. Indonesian Tropical Forest, Biodiversity Conservation and Ecotourism Development. In the: Proceeding of the International German Alumni Summer School of Biodiversity Management and Tourism Development. Cuvillier Verlag Goettingen, Germany.
- Wahyudi, 2013. Sistem silvikultur di Indonesia, Teori dan Implementasi (ISBN: 9786029856804). Jurusan Kehutanan Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- Wahyudi dan P Pamoengkas. 2013. Model Pertumbuhan Diameter Tanaman Jabon (*Anthocephallus cadamba*). *Jurnal Bionatura Universitas Padjadjaran* Vol.15, No.1.
- Wahyudi, 2014. Sustainable forest management policy in Central Kalimantan, Indonesia. *International Journal of Science and Research* Vol.3, Issue 4, Page 3, pp.269-274.
- Wahyudi, 2014. Pertumbuhan Pohon dan Jaringan Pengaman Unsur Hara. Isana Press Bogor, Bogor.
- Wibisono IT, Siboro L, dan Suryadiputra INN. 2004. Mempersiapkan bibit tanaman hutan rawa gambut. Leaflet Seri Pengelolaan Hutan dan Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia. <http://www.wetlands.or.id/PDF/Flyers/Silvi02.pdf> (Verified 20 Maret 2016).

Wibisono I. T. C., Siboro L., Suryadiputra I. N.N., 2005. Panduan Restorasi dan Teknik Silvikultur di Lahan Gambut. Wetlands International - IP, 2005. ISBN: 979-99373-0-2

Wardani M, Denny and A Susilo. 2021. A Review: Prospective study of non-timber forest product uses in three Meranti species (*Shorea* spp.). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 914 012053. DOI 10.1088/1755-1315/914/1/012053