

MODEL RIAP TEGAKAN HUTAN ALAM PRODUKSI DI PULAU BURU - MALUKU

Increment Model of Natural Forest Production at Buru Island - Maluku

Lutfy Abdulah¹⁾ dan/and Darwo²⁾

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16118. Telp. 0251-8631238, Fax. 0251-7520005
Email: ¹⁾Lutfyabdulah@yahoo.co.id; ²⁾darwo_iph@yahoo.co.id

Naskah masuk : 17 Februari 2014; Naskah diterima : 19 Maret 2015

ABSTRACT

Decisions on natural forest production management are based on sustained yield principles because forest management focuses on sustainability of standing stock rather than sustainability of ecology and social aspects. Diameter increment is an important factor for measuring income of management unit and understanding field standing stock. This study aims to construct a model based on diameter class and tree species group. The study uses a statistical model of permanent sampling plots data. The results show that current annual increment (CAI) is 1.3 cm yr⁻¹ at 10–20 diameter class and 0.78 cm yr⁻¹ for diameter class larger than 40 cm. CAI of commercial groups are higher than it of non-commercial groups. Meanwhile, CAI for Dipterocarpaceae and Myrtaceae families are higher than those for Burseraceae, Fagaceae, Guttiferae and Lauraceae families. The model for all tree species is $CAI = 2.19e^{-0.028D}$, and for each tree species group is different.

Keywords: Diameter class, species group, increment model

ABSTRAK

Kajian riap pertumbuhan di hutan alam telah dilakukan dan masih berlangsung untuk memperoleh suatu model dugaan yang mampu menjelaskan pertumbuhan yang sebenarnya. Penggunaan metode penduga riap pertumbuhan masih merupakan alat utama pengambilan keputusan dalam manajemen hutan alam produksi. Keputusan manajemen hutan alam produksi dewasa ini masih berada pada prinsip kelestarian hasil. Hal ini dikarenakan unit manajemen masih memandang kelestarian hutan dari keberadaan pohon dan keberlangsungan pemanenan setiap tahunnya. Kajian riap berdasarkan jenis dominan perlu dilakukan sebagai alat pengukur pendapatan perusahaan dan sekaligus untuk membantu pemahaman potensi tegakan tinggal. Penelitian ini bertujuan untuk menduga riap pertumbuhan diameter berdasarkan kelas diameter dan kelompok jenis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membangun model statistik dari data PUP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CAI 1,3 cm/tahun pada kelas diameter 10–20 dan 0,78 cm/tahun pada kelas diameter terbesar 40 cm ke atas. CAI kelompok jenis komersil lebih besar dibandingkan kelompok jenis non-komersil. Sementara itu, CAI famili *Dipterocarpaceae* dan *Myrtaceae* lebih besar dibandingkan famili *Burseraceae*, *Fagaceae*, *Guttiferae* dan *Lauraceae*. Model penduga CAI untuk semua jenis di Pulau Buru adalah $CAI = 2,19e^{-0,028D}$. Untuk masing-masing kelompok jenis pohon memiliki bentuk persamaan yang berbeda. Namun demikian, model ini perlu dikaji lanjut di lapangan untuk menguji keterandalannya sebagai alat penduga pengaturan hasil.

Kata kunci: Kelas diameter, kelompok jenis, model riap

I. PENDAHULUAN

Pengaturan hasil hutan dengan menggunakan konsep etat luas dan etat volume dianggap tidak sesuai lagi dengan kondisi hutan saat ini. Sistem pengaturan hasil seperti ini cenderung meninggalkan jumlah tegakan tersisa semakin sedikit dan tidak menjamin pengusahaan hutan produksi pada siklus tebang berikutnya. Hal ini disebabkan pengaturan hasil dengan dasar etat volume atau etat luas bersifat penyederhanaan, semua areal yang ditebang akan tumbuh dengan laju yang sama dan tidak ada faktor eksternal yang mempengaruhi (Parthama, 2002). seharusnya pengaturan hasil hutan alam produksi mempertimbangkan riap tegakan.

Penentuan AAC (*Annual Allowable Cut*) atau jatah tebang tahunan perlu mempertimbangkan riap. Penentuan riap selama ini cenderung bersifat umum, baik dari aspek lokasi maupun kelompok jenis. Sementara riap (terutama riap diameter) setiap kelompok jenis berbeda-beda menurut kelas diameter dan kelompok jenis. Sebagai contoh, Septiana (2000) menyebutkan bahwa riap diameter rata-rata tahunan di Kalimantan Timur untuk jenis meranti pada kelas diameter 20 cm up berkisar antara 0,76–1,15 cm/tahun, sementara untuk jenis komersil non-meranti mencapai 0,67–0,77 cm/tahun dan untuk jenis non-komersil mencapai 0,29–0,61 cm/tahun. Agustini (2006) menyebutkan bahwa riap di Kalimantan Barat untuk jenis meranti mencapai 0,56 cm/tahun, sementara untuk jenis non-meranti mencapai 0,37 cm/tahun. Riap untuk jenis meranti di seluruh Indonesia mencapai 0,6 cm/tahun (Yudistira, 2004).

Berdasarkan penelitian di atas, pendugaan riap masih berdasarkan pengelompokan jenis dengan sifat komersil. Untuk itu, penelitian ini mencoba untuk menggambarkan pertumbuhan riap diameter berdasarkan kelompok jenis pada kelas diameter. Pertimbangan pengelompok jenis pohon menurut Gourlet-Fleury *et al.*, (2005) bahwa terdapat 3 strategi utama dalam klasifikasi jenis yakni berdasarkan tujuan ekologi (*ecological subjective group*), kelompok data ekologi (*ecological data-driven groups*) dan kelompok proses dinamika (*dynamic process group*).

Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari riap pertumbuhan diameter berdasarkan kelas diameter, riap diameter berdasarkan kelompok jenis dan membangun model penduga riap rata-rata tahun berjalan (CAI, *current annual increment*) berdasarkan kelompok jenis data ekologi. Rumusan masalah penelitian ini sama dengan penelitian Saaludin, Yahya, Harun, & Wan Ahmad (2014). Namun, terdapat perbedaan dalam pengelompokan jenis pohon. dalam penelitian ini, penekanan pada kelompok famili. Pertimbangan dari aspek ekonomi, bahwa semua famili memiliki potensi ekonomi sesuai pemakaiannya.

II. METODOLOGI

A. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan berasal dari data pengukuran Petak Ukur Permanen (PUP) yang dilakukan oleh PT. Gema Hutani Lestari di pulau Buru, Maluku. PUP dibuat pada blok RKT (Rencana Kerja Tahunan) 2003 yang diukur mulai tahun 2007, 2008, 2009, 2010 dan 2011. Terdapat 6 petak ukur yang letaknya berdekatan dengan klasifikasi 3 petak ukur dengan perlakuan pemeliharaan dan 3 petak ukur tanpa perlakuan pemeliharaan. Namun dalam penelitian ini, tidak membedakan data PUP berdasarkan tindakan pemeliharaan tersebut. Luas setiap PUP adalah 1 hektar dengan jumlah dan komposisi jenis bervariasi. PUP terletak di dekat Sungai Waemutu.

Data PUP terdiri atas data jenis dalam nama lokal dan nama ilmiah, famili dan kelompok jenis dan tinggi dan diameter yang diukur secara berulang selama 5 tahun. Namun demikian, masih terdapat sejumlah jenis pohon yang belum diketahui nama ilmiah dan juga sejumlah pohon yang masih menggunakan nama lokal. Adapun sebaran data dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa jenis *Dipterocarpaceae* tersebar merata di seluruh PUP. Sementara secara keseluruhan jumlah individu pada kelompok jenis komersil lebih besar dibandingkan kelompok jenis non-komersil.

Tabel (Table) 1. Sebaran data menurut PUP (Data distribution by PSP)

Golongan (Group)	Famili (Family)	PUP (PSP)						Jumlah (Sum)
		1	2	3	4	5	6	
Komersil	Tidak diketahui	1					2	3
	Arauc.		12	2	8	4	10	36
	Burs.	30	3	5	5	7	13	63
	Dipt.	54	49	53	67	63	73	359
	Fag.	33	41	7	82	88	5	256
	Gutt.	15	13	42		1		71
	Laur.	11	8	5	13	14	42	93
	Myrt.	65	38	76	32	36	72	319
	Stec.	1						1
	Ulm.	1			2		2	5
Jumlah		211	164	190	209	213	219	1.206
Non-komersil	Tidak diketahui	121	51	122	109	132	280	815
	Apec			3				3
	Burs.						1	1
	Fag.	1			1			2
	Gutt.	17	8	40	6	48	27	146
	Pod.		4	1	6			11
	Jumlah		139	63	166	122	180	308
TOTAL		350	227	356	331	393	527	2.184

B. Analisis Data

Tahapan analisis data merujuk pada analisis data yang disampaikan Seydack (1995). Adapun tahapan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Riap diameter rata-rata tahun berjalan

Riap tahun berjalan (CAI, *current annual increment*) adalah selisih antara diameter pada tahun ke- $n(t_n)$ dengan diameter pada tahun sebelumnya (t_{n-1}), sebagaimana dirumuskan oleh (Pretzsch, 2009) sebagai berikut:

$$CAI = f(t) = f't = \frac{dD}{dt}$$

2. Pengelompokan data berdasarkan kelas diameter

Kelas diameter ditentukan dengan lebar kelas 10 cm dan batas diameter terkecil adalah 10-20 cm dan batas diameter terbesar adalah 70 cm up.

3. Penentuan kelompok famili

Kelompok famili yang dimaksud didasarkan pada famili dominan yang terdapat di kelompok hutan alam bekas tebangan di Pulau Buru, Maluku. Setiap famili terdiri lebih dari 1 jenis.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa jenis *Shorea selanica* mendominasi jenis yang dikenal yakni sebanyak 352 individu. Sementara jenis lokal yakni *Castanopsis buruan* Mig. Menduduki urutan kedua jumlah individu terbanyak. Sedangkan jenis *Pterygota farbosi* merupakan jenis yang sangat sedikit dari jenis yang ada.

4. Membangun model matematika riap pada setiap jenis

Model dibangun untuk memahami dan juga untuk memproyeksikan pertumbuhan dan hasil (Vanclay, 2003). Lebih lanjut dijelaskan bahwa model dapat dibangun dari petak pengamatan dan petak percobaan. Berbagai teknik telah dibangun untuk menghasilkan model yang dapat menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan dan kemudian digunakan untuk memproyeksikan. Salah satu teknik yang masih berlaku hingga saat ini adalah model empirik atau model statistik. Vanclay (1994) menjelaskan bahwa dalam membangun model terdapat beberapa pertimbangan yakni (1) model apa yang akan digunakan, (2) input apa yang disiapkan, (3) output yang diinginkan, (4) ketersediaan data, dan (5) ketersediaan sumberdaya untuk membangun, menguji dan menggunakan model tersebut. Memperhatikan

Tabel (Table) 2. Klasifikasi jenis ke dalam famili (*Species clasification into family group*)

No.	Nama latin (<i>Species</i>)	Famili (<i>Family</i>)	Jumlah individu (<i>Number of individual</i>)
1	<i>Actinodapne</i> spp.	<i>Lauraceae</i>	93
2	<i>Agathis alba</i> Foxw	<i>Araucariaceae</i>	37
3	<i>Anisoptera</i> spp.	<i>Dipterocarpaceae</i>	20
4	<i>Calophyllum soulatri</i> Burmf	<i>Guttiferae</i>	60
5	<i>Canarium sylvestre</i> Gaerth	<i>Burseraceae</i>	65
6	<i>Castanopsis buruana</i> Mig.	<i>Fagaceae</i>	259
7	<i>Eucaliptosis papuana</i> CT.	<i>Myrtaceae</i>	165
8	<i>Eugenia</i> spp.	<i>Myrtaceae</i>	58
9	<i>Garcinia</i> sp.	<i>Guttiferae</i>	160
10	<i>Lepiniopsis Ternatensis</i> Val	<i>Apec.</i>	3
11	<i>Metrosideros petiolata</i> Kds.	<i>Myrtaceae</i>	93
12	<i>Podocarpus amarus</i> BL	<i>Podocarpaceae</i>	11
13	<i>Pterygota farbosi</i>	<i>Stec.</i>	1
14	<i>Shorea selanica</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	352
15	<i>Trema orientalis</i>	<i>Cannabaceae</i>	5
16	Tidak Dikenal	Tidak diketahui	804
Jumlah (<i>Sum</i>)			2.186

pertimbangan tersebut, maka dalam membangun model dipertimbangkan menggunakan model linier, model eksponensial, model geometrik dan model kuadrat. Berikut adalah bentuk umum dari masing-masing model:

1. Model Linier $Y = a + bX$
2. Model Eksponensial $Y = ae(bX)$
3. Model Geometrik $Y = aX^{bX}$
4. Model Power atau Kuadrat $Y = aX^b$

Dimana Y adalah CAI, dan X adalah nilai tengah kelas diameter. Model terbaik yang dipilih didasarkan pada kriteria koefisien determinasi (R^2) yang terbesar dan memiliki simpangan baku terkecil.

5. Penggunaan model

Model yang terpilih selanjutnya digunakan untuk memproyeksikan ukuran diameter. Pada tahapan ini, prinsip simulasi pertumbuhan hutan alam yang berbasis kelas diameter dikonversikan menjadi prinsip hutan tanaman dengan basis umur. Hal ini dilakukan dengan maksud mempelajari capaian ukuran diameter setelah penebangan. Simulasi ini mengabaikan faktor kompetisi dan keragaman. Selain itu, yang menjadi pertimbangan utama bahwa setiap individu pohon akan tumbuh normal tanpa adanya pengaruh pertumbuhan lainnya. Simulasi model dilakukan pada siklus tebang 25, 30 dan 35 tahun dengan

batas diameter minimum adalah 20 cm. Adapun bentuk umum simulasi dirumuskan sebagai berikut:

$$D_{t+1} = f(D_t)$$

Keterangan D: DBH (diameter setinggi dada, 1,3 cm).

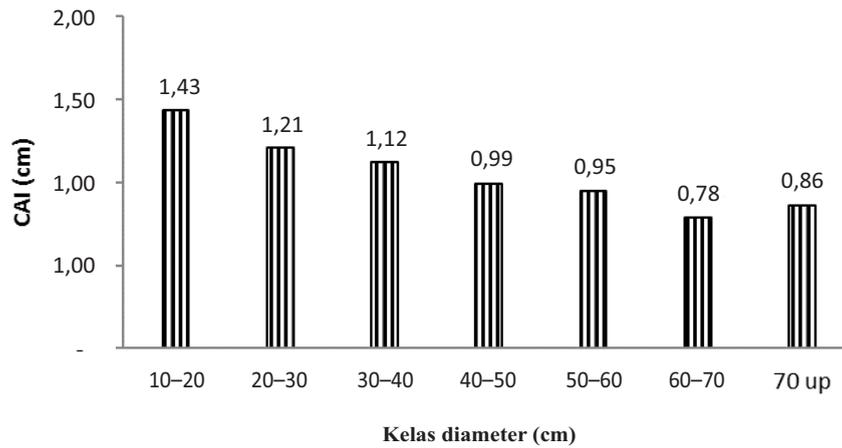
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Riap diameter rata-rata tahun berjalan

Riap diameter rata-rata tahun berjalan menunjukkan kecenderungan yang menurun berdasarkan kelas diameter. Pertumbuhan riap diameter tahun berjalan (CAI) terbesar terdapat pada kelas diameter terkecil yakni 10–20 mencapai 1,43 cm/tahun dan turun mencapai 0,8 cm/tahun pada kelas diameter 60–70 dan 70 cm up (Gambar 1).

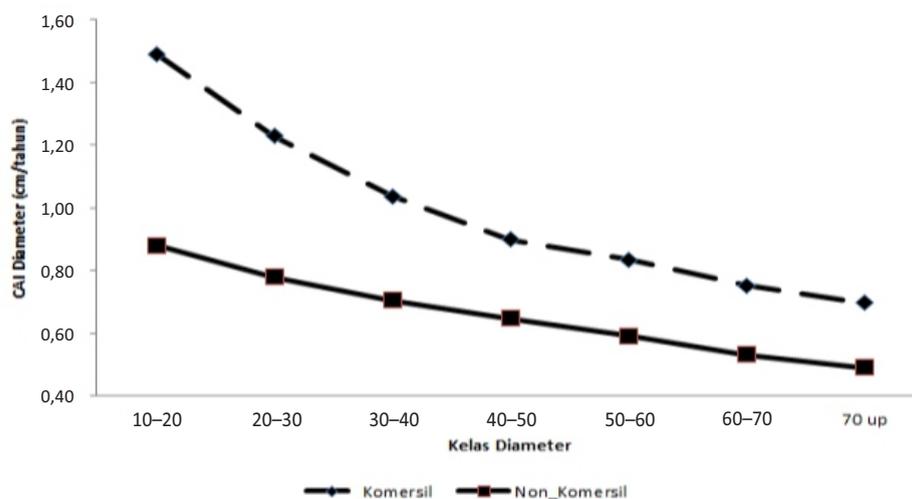
CAI diameter secara umum berbeda setiap kelas diameter. Pada kelas diameter 10–20 cm, CAI diameter mencapai 1,43 cm/tahun, sementara pada kelas diameter 20–30 cm, CAI diameter mencapai 1,21 cm/tahun. Pada kelas diameter 30–40 cm, CAI diameter mencapai 1,12 cm dan pada ukuran diameter di atas 40 cm, CAI diameter mencapai 0,78–0,99 cm/tahun. Adapun karakteristik pertumbuhan riap diameter pada 5 seri pengukuran PUP disajikan pada Tabel 3.



Gambar (Figure) 1. Riap CAI pada setiap kelas diameter (CAI of Each diameter class)

Tabel (Tabel) 3. CAI diameter rata-rata pada setiap pengukuran (Average of CAI)

Kelas Diameter (Diameter Class)	CAI (cm/tahun) (CAI, cm.year ⁻¹)				Rata-rata (cm/tahun) (Average, cm.year ⁻¹)
	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	
10-20	0,87	1,30	1,42	2,14	1,43
20-30	1,03	1,29	1,41	1,10	1,21
30-40	0,96	1,23	1,19	1,10	1,12
40-50	0,77	0,98	0,99	1,22	0,99
50-60	0,71	0,89	1,04	1,15	0,95
60-70	0,62	0,88	0,86	0,77	0,78
70 up	0,69	0,95	0,77	1,03	0,86



Gambar (Figure) 2. Riap diameter rata-rata berdasarkan golongan jenis komersil (Average of CAI diameters based on commercial species)

Tabel (Table) 4. CAI setiap famili pada kelas diameter (*CAI family at diameter class*)

Kelas Diameter (cm) (Diameter class)	Famili (Family)						Lain-lain (others species)	Rata-rata (Average)
	<i>Burseraceae</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	<i>Fagaceae</i>	<i>Guttiferae</i>	<i>Lauraceae</i>	<i>Myrtaceae</i>		
10–20	0,91	1,66	1,72	1,43	1,79	1,54	1,32	1,48
20–30	1,19	1,21	1,21	1,01	1,13	1,19	1,33	1,18
30–40	1,19	1,07	1,14	0,93	0,87	1,22	1,28	1,10
40–50	1,20	1,04	1,11	0,96		0,87	1,11	1,05
50–60		0,99		1,00	0,65	0,98	0,85	0,89
60–70	0,68	0,85			0,60	0,81	0,95	0,78
70 up		0,79		0,42		0,92	0,68	0,70
Rata-rata	1,03	1,08	1,33	1,06	1,22	1,10	1,20	1,14

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa pada kelas diameter 10–20 cm di tahun kedua meningkat sebanyak 0,87 cm dari tahun pertama dan di tahun kelima meningkat sebanyak 2,14 cm dari tahun keempat. Rata-rata CAI pada kelas diameter 10–20 cm adalah 1,43 cm/tahun. Kecenderungan peningkatan riap diameter ini dapat terjadi pada setiap kelas diameter, tetapi tidak sebesar kelas diameter 10–20 cm. Namun, bila riap diameter dibandingkan berdasarkan klasifikasi komersil dan non-komersil maka riap diameter kelompok komersil lebih tinggi dibanding non-komersil (Gambar 2).

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa riap diameter jenis komersil lebih besar dari non-komersil. Pada kelas diameter 50–60 cm, riap diameter kelompok komersil mencapai 0,8 cm/tahun lebih besar dibanding kelompok jenis non-komersil yang hanya mencapai 0,6 cm/tahun. Hasil penelitian ini mendukung Sumarna *et al.*, (2002) dalam Purnomo *et al.*, (2005) bahwa riap diameter rata-rata tahunan mencapai 0,59 cm/tahun untuk jenis komersil dan untuk jenis non komersil mencapai 0,53 cm/tahun. Hasil penelitian ini juga memperkuat pendapat Suhendang (2002) dalam Purnomo *et al.*, (2005) bahwa asumsi riap dalam sistem TPTI sebesar 1 cm/tahun untuk jenis komersil tidak dapat diterima.

2. Sebaran riap diameter berdasarkan famili

Potensi pertumbuhan diameter setiap jenis berbeda. Distribusi diameter untuk hutan tidak seumur di suatu area tidak beraturan, tetapi kecenderungan pertumbuhan diameter dapat digambarkan dalam bentuk J terbalik (Husch *et al.*, 2003). Namun tidak demikian dengan laju pertambahan

diameter pohon yang dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 di atas, kelas diameter 10–20 cm untuk famili *Lauraceae* memiliki riap lebih besar daripada famili lain, sementara pada kelas diameter 20–30 cm, riap terbesar ada pada kelompok *Dipterocarpaceae* dan *Fagaceae*. Pada kelas diameter 30–40 cm, riap diameter terbesar adalah famili *Burseraceae*. Rata-rata riap diameter terbesar berdasarkan famili adalah famili *fagaceae*. Sementara pada setiap kelas diameter untuk semua jenis menunjukkan bahwa riap diameter pada kelas diameter 10–20 cm sebesar 1,48 cm/tahun, kelas diameter 20–30 cm sebesar 1,18 cm/tahun dan kelas diameter 30–40 cm sebesar 1,10 cm/tahun dan kelas diameter 40 cm ke atas sebesar 0,86 cm/tahun.

Model Pendugaan CAI Setiap Famili

Setiap jenis memiliki karakteristik CAI diameter yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh sifat toleran dan intoleran jenis tersebut, kebutuhan ruang tumbuh dan faktor kompetisi dan perbedaan oleh ukuran diameter. Adapun model terbaik penduga CAI disajikan pada Tabel 5 berikut.

Berdasarkan Tabel 5, pada semua kelompok jenis memiliki koefisien determinasi (R^2) sangat tinggi di atas 90%. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut dapat menerangkan CAI diameter setiap famili dengan tepat. Informasi tentang model pendugaan CAI sangat berguna untuk memproyeksikan waktu pemanenan yang disesuaikan dengan siklus tebang. Adapun simulasi ukuran diameter setiap famili pada beberapa pilihan siklus tebang disajikan pada Gambar 4.

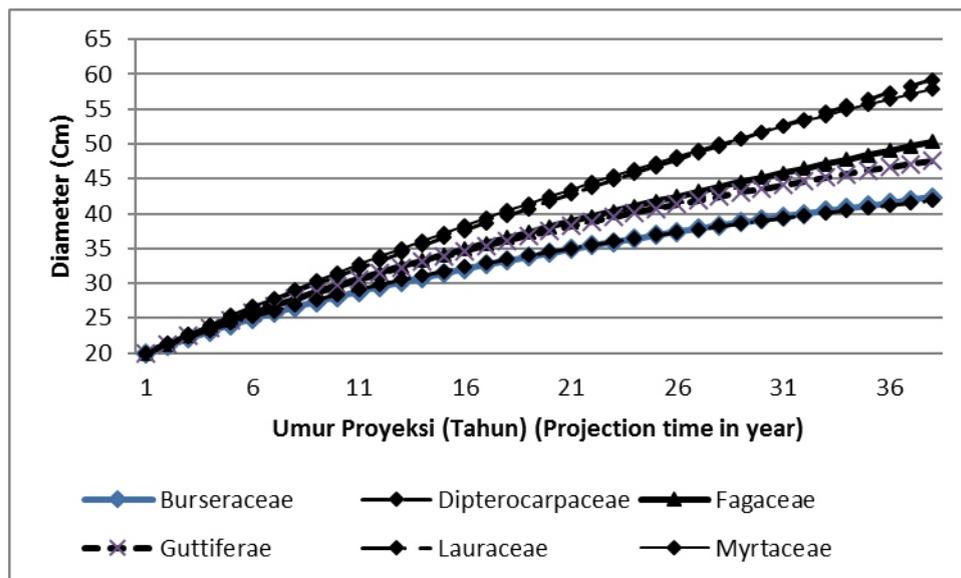
Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa famili *Dipterocarpaceae* dan *Myrtaceae* memiliki kecenderungan pertumbuhan diameter yang lebih besar dibandingkan famili yang lain. Pada diameter minimum 20 cm dengan siklus tebang 25 tahun, diameter kedua famili ini mencapai 48 cm, sementara famili *Guttiferae* dan *Fagaceae* mencapai ukuran diameter 43 dan famili *Lauraceae* dan *Burseraceae* mencapai ukuran 37 cm. Pada siklus tebang 30 dan 35 tahun, ukuran diameter famili *Dipterocarpaceae* dan *Myrtaceae* mencapai 52 dan 56 cm. Penetapan siklus tebang 25 tahun untuk 4 famili yakni *Dipterocarpaceae*, *Fagaceae*, *Guttiferae* dan *Myrtaceae* telah mam-

pu mencapai batas minimal diameter tebang yakni di atas 40 cm.

Hasil simulasi model ini mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi & Pandjaitan (2011) bahwa diameter rata-rata jenis *S. Leprosulla* yang tergolong dalam famili *Dipterocarpaceae* pada umur 16 tahun mencapai 12,91–36,42 cm dengan MAI sebesar 1,36 cm/tahun. Perbandingan ini masih sangat kasar karena penelitian Wahyudi & Pandjaitan (2011) dimulai dari semai sementara penelitian ini memproyeksikan pertumbuhan diameter minimal 20 cm pada awal daur. Hasil penelitian ini juga tidak berbeda dengan jenis *Dipterocarpaceae* lainnya yakni

Tabel (Table) 5. Model penduga CAI setiap family (CAI Model at Each family groups)

Kelompok jenis (Group of species)	Jenis model (Type of model)	Model penduga (Estimation model)	Koefisien (Determinasi) (R ²)	Simpangan Baku (s) (Standard deviation, s)
<i>Burseraceae</i>	Eksponensial	CAI $2,87e^{-0,049D}$	99%	0,08
<i>Dipterocarpaceae</i>	Geometrik	CAI $0,578D^{\left(\frac{3,56}{D}\right)}$	93%	0,09
<i>Fagaceae</i>	Power	CAI = $13,22D^{-0,796}$	97%	0,108
<i>Guttiferae</i>	Geometrik	CAI = $2D^{-0,0080}$	98%	0,095
<i>Lauraceae</i>	Eksponensial	CAI = $3,74e^{-0,059D}$	99%	0,098
<i>Myrtaceae</i>	Linear	CA = $1,713 - 0,017D$	99%	0,065
Keseluruhan	Eksponensial	CAI = $2,19e^{-0,0290}$	99%	0,04



Gambar (Figure) 4. Simulasi pertumbuhan diameter berdasarkan pilihan siklus tebang (Diameters growth based on cutting cycle option)

jenis *Shorea johorensis*. Menurut Lahjie (2013) bahwa pertumbuhan diameter *S. Johorensis* di umur 30 tahun mencapai 41,6 cm, dan di tahun ke 35 mencapai 46,7 cm. Sementara untuk diameter jenis *D. lanceolata* di umur ke-30 dan ke-35 mencapai 34,2 cm dan 39,0 cm.

B. Pembahasan

Pendugaan pertumbuhan diameter berbasis jenis dan/atau kelompok jenis merupakan pendekatan yang lebih terurai pada pertumbuhan diameter suatu jenis dan untuk penentuan preskripsi pengelolaan hutan. Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa ciri pertumbuhan diameter ketika dipisahkan menurut kelompok jenis sangat berbeda. Hal ini sangat terkait dengan fisiologi pohon tersebut, kemampuan untuk tumbuh dalam bentuk hutan campuran dengan pola kompetisi terbuka. Selain itu, Pretzsch (2009) menjelaskan bahwa pertumbuhan merupakan fungsi dari kondisi lahan, struktur tegakan, sumber benih atau genotip. Kondisi lahan terkait tipe topografi dan kelerengan serta keterbukaan lahan. Sementara faktor struktur tegakan terkait komposisi jenis yang ada di tegakan. Hal ini juga dibuktikan oleh Kariuki, Rolfe, Smith, Vanclay & Kooyman (2006) bahwa pengaruh keruangan dan waktu dalam pertumbuhan pohon pada level tegakan adalah berbeda berdasarkan komposisi kelompok jenis dan gradien lingkungan. Respon pertumbuhan yang tinggi dapat ditemukan di bawah tajuk jenis-jenis intoleran terhadap jenis toleran yang tumbuh baik. Terkait variabel keruangan, Czarán (1998) dalam Berger, Piou, Schiffers dan Grimm (2008) terdapat 3 hal utama yang harus dipertimbangkan yakni *modification*, *adaptation*, dan *belowground competition*. Dengan pertimbangan 3 aspek ini maka Berger, Piou, Schiffers, & Grimm (2008) mengembangkan menjadi 10 aspek yakni *exploitation*, *heterogeneity*, *modification*, *configuration*, *symetry*, *belowgroun competition*, *adaptation*, *avoidance* dan *interference*.

Penelitian terkait proyeksi pertumbuhan melalui pembangunan model penduga dewasa ini tidak lagi mempertimbangkan aspek biofisik saja, melainkan juga melibatkan aspek-aspek lainnya. Debeljak, Poljanec & Zenko (2014) menggunakan pendekatan "*mining data*" dalam memodelkan pertumbuhan tegakan hutan berbasis data inventarisasi. Pendekatan "*mining data*" ini salah satunya dengan melibatkan faktor indeks produktivitas lahan, elevasi dan kepemilikan lahan. Mereka menyimpulkan bahwa pertumbuhan hu-

tan yang baik jika memiliki indeks produktivitas di atas 9 dan berada pada ketinggian 600 mdpl untuk hutan milik atau di atas 700 mdpl untuk hutan negara dan berada pada daerah yang bukan berbatu.

Model penduga CAI diameter famili *Dipterocarpaceae* adalah berbentuk geometrik dengan R^2 sebesar 99% lebih baik dibandingkan model yang disusun oleh Saaludin, Yahya, Harun, & Wan Ahmad (2014), yang menggunakan model regresi berganda untuk menduga pertumbuhan riap diameter jenis *Dipterocarpaceae*. Adapun model yang dihasilkan adalah sebagai berikut: $Ln(DI+1) = 0,236 + 55,898BA + 0,003DBH - 0,002BAL$, dengan R^2 sebesar 89,8%.

Penyusunan model penduga riap berdasarkan jenis ini dapat dijadikan alat penduga potensi tegakan tinggal paska penebangan. Informasi ini sangat penting untuk menentukan tindakan silvikultur yang tepat serta menentukan daur tebangan. Akindele & Onyekwelu (2011) menyebutkan bahwa komposisi jenis tegakan tinggal, kelimpahan permudaan alam dan kondisi biofisik, edafis dan klimatis sangat menentukan penentuan pilihan sistem silvikultur yang dapat diterapkan. Riap pertumbuhan diameter berdasarkan kelompok jenis sangat berbeda. Perbedaan sifat pertumbuhan diameter yang berbeda membuktikan bahwa penentuan batasan minimum diameter secara seragam dalam pengaturan hasil dapat ditinjau kembali. Merujuk pada Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.11/Menhut-II/2009 tentang Sistem Silvikultur dalam Areal Izin Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu pada Hutan Produksi, batas diameter tebang adalah 40 cm ke atas maka semua jenis komersil pada ukuran diameter 40 cm up akan ditebang. Pada kondisi ini maka semua jenis yang tergolong komersil dan memiliki ukuran diameter di atas 40 cm akan ditebang habis, sementara jenis-jenis komersil yang tidak ditebang akan mengalami kerusakan tinggi. Selain itu, pertumbuhan jenis-jenis non-komersil akan lebih tertekan karena ruang tumbuh yang semakin sempit.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Riap setiap kelas diameter bervariasi antara 1,3 cm/tahun pada kelas diameter 10–20 cm sampai dengan 0,78 pada kelas diameter terbesar 60 cm ke atas.

2. CAI diameter kelompok jenis komersil lebih besar dibandingkan kelompok jenis non-komersil. Pada kelas diameter 50–60, riap diameter kelompok komersil mencapai 0,8 cm/tahun lebih besar dibanding kelompok jenis non-komersil yang hanya mencapai 0,6 cm/tahun.
3. Model matematika CAI diameter kelompok jenis *Dipterocarpaceae* dan *Guttiferae* adalah bentuk geometrik. Model matematika CAI diameter pada kelompok jenis *Burceraceae* dan *Lauraceae* adalah eksponensial. Model matematika CAI diameter pada kelompok jenis *Fagaceae* adalah bentuk power dan kelompok jenis *Myrtaceae* adalah bentuk linier. Bentuk model matematika CAI diameter secara umum untuk semua jenis di hutan alam adalah bentuk eksponensial yakni $2,19e^{-0,028D}$.

B. Saran

1. PUP merupakan sumber data terbaik yang harus dikelola dengan baik sehingga mampu memprediksi pertumbuhan hutan alam produksi.
2. Penentuan batas limit diameter tebang harus mempertimbangkan jenis prioritas pada suatu unit pemanfaatan hasil hutan kayu pada hutan alam produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, K. (2006). *Ingrowth dan upgrowth* di hutan alam bekas tebang untuk jenis komersial Tidak diterbitkan (Studi kasus di HPH PT. Suka Jaya Makmur, Kalimantan Barat). Skripsi. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Akindele, S.O., & Onyekwelu, J.C. Review silviculture in secondary forest. Editors: Gunter, S. Weber, M., Stimm, B., & Mosandl, R. (2011). *Silviculture in The tropics*. Springer.
- Berger, U., Piou, C., Schiffers, K., & Grimm, V. (2008). Competition among plants: Concepts, individual-based modelling approaches, and a proposal for a future research strategy. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 121-135.
- Debeljak, M., Poljanec, A., & Zenko, B. (2014). Modelling Forest graving stock from inventory data: data miring approach. *Ecological Indicators*: 30-39.
- Gourlet-Fleury, S., Blanc, L., Picard, N., Sist, P., Nasi, R., Swaine, N.D., et al. (2005). Grouping species for predicting mixed tropical forest dynamics: Looking for a strategy. *Ann. For. Sci.* 62: 785-796.
- Husch, B., Beers, T.W., & Kershaw, J.A. (2003). *Forest Mensuration*. New Jersey: Jogn Wiley & Sons, Inc.
- Kariuki, M., Rolfe, M., Smith, R., Vanclay, J. K., & Kooyman, R.M. (2006). Diameter growth performances varies with species functional group and habitat characteristics in subtropical rain forest. *Jour. Forest Ecology and Management*. 225: 1-14.
- Kementerian Kehutanan. (2009). Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.11/Menhut-II/2009 tentang Sistem Silvikultur dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu pada Hutan Produksi. Jakarta
- Kementerian Kehutanan. (2011). Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Usaha Kehutanan Nomor. 10/BUHA-VI/2011. Jakarta
- Lahjie, A.M. (2013). Analisis pertumbuhan dan kelayakan finansial hutan tanaman *Shorea johorensis* dan *Dryobalanops lanceolata* dengan Restorasi Sistem Silvikultur Indonesia (RSSI) sebagai model pengelolaan hutan alam berkelanjutan di Provinsi Kalimantan Timur. *Optimalisasi Peran Silvikultur untuk Menjawab Tantangan Kehutanan Masa Depan* (hal. 33-39). Makassar: Fakultas Kehutanan UNHAS.
- Parthama, P. (2002). Pengaturan hasil hutan alam produksi. Makalah Diskusi Penentuan AAC Hutan Alam Produksi Bekas Tebang. Editor: Redhahari & Sumaryono. Jakarta: Badan Litbang Kementerian Kehutanan dan DFID-RFP.
- Purnomo, H., Rusolono, T., Muhdin, Tiryana, T., & Suhendang, E. (2005). Making sustainable work for complex forests: towards adaptive forest yield regulation. *Proceedings of International Workshop on Promoting Permanent Sample Plots in Asia and Pasific Region* (hal. 11-46). Bogor: CIFOR.
- Pretzsch, H. (2009). *Forest dynamics, growth and yield*. Springer
- Saaludin, N., Yahya, Y., Harun, S., & Wan Ahmad, W. S. (2014). Modelling individual tree diameter increment for Dipterocarpaceae and Non-Dipterocarpaceae in tropical rainforest. *Journal of Research in Agriculture and Animal Science*: 1-8
- Septiana, A.R. (2000). Simulasi penentuan jatah produksi Tahunan (JPT) hutan bekas tebang: Studi Kasus di PT. Inhutani II Sub Unit Malinau Kalimantan Timur. Skripsi. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Vanclay, J.K. (1994). *Modelling forest growth and*

- yield: application to mixed tropical forest.*
Copenhagen: CAB International.
- Vanclay, J.K. (1996). *Growth models for tropical forests: A Synthesis of models and methods.* Southern Cross University.
- Vanclay, J.K. (2003). Growth modelling and yield prediction for sustainable forest management. *The Malaysian Forester* 66(1): 58-69.
- Wahyudi & Pandjaitan, S. (2011). Model pertumbuhan dan hasil tanaman *Shorea leprosula* pada sistem Tebang Pilih Tanam Jalur teknik SILIN. *Jurnal Penelitian Dipterocarpaceae*. Vol. 5 (2): 37-46.
- Yudistira, I. (2004). Pengorganisasian data riap diameter jenis-jenis famili Dipterocarpaceae di Indonesia. Skripsi. (Tidak diterbitkan). Jurusan Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.