

RIAP DIAMETER TEGAKAN HUTAN ALAM BEKAS TEBANGAN DI PAPUA

DIAMETER INCREMENT OF REMNANT STANDS IN LOGGED-OVER FOREST IN PAPUA

Relawan Kuswandi¹ dan Julius Dwi Nugroho²

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari
Jl. Inamberi-Pasir Putih, PO BOX 159, Manokwari, Papua Barat.

²Fakultas Kehutanan, Universitas Papua
Telp. 081344189184; Email: r_kuswandi@yahoo.co.id

Diterima: 9 April 2018; Direvisi: 8 Februari 2019; Disetujui: 5 Desember 2019

ABSTRAK

Riap diameter merupakan informasi yang sangat penting dalam pengelolaan hutan lestari yang dapat dipergunakan untuk menentukan preskripsi silvikultur yang akan diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan besarnya riap diameter tegakan hutan alam bekas tebangan berdasarkan petak ukur permanen di Papua. Pengamatan dilakukan pada areal Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil hutan Kayu (IUPHHK) PT Tunas Timber Lestari (TTL), PT Wapoga Mutiara Timber (WMT) dan PT Manokwari Mandiri Lestari (MML). Pengukuran diameter dilakukan setiap tahun selama 6 – 9 tahun pada tiga petak ukur permanen, dengan luas masing-masing petak 1 ha. Perhitungan riap diameter adalah dengan cara menghitung selisih antara pengukuran diameter pohon pada tahun ke-t+1 dengan pengukuran diameter pohon pada tahun ke-t. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata riap diameter pada PT TTL, PT WMT, dan PT MML untuk kelompok jenis komersial berturut-turut sebesar 0,56 cm/th, 0,59 cm/th dan 0,65 cm/th. Riap diameter ini lebih kecil dari asumsi riap Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) 1,00 cm/th. Sebaran riap diameter berdasarkan kelas diameter menunjukkan pola yang berbeda antar lokasi. Pola sebaran riap diameter pada PT MML dan WMT meningkat sejalan dengan bertambahnya diameter, sebaliknya pada PT TTL cenderung menurun dengan meningkatnya kelas diameter.

Kata kunci: hutan bekas tebangan, kelompok jenis, Papua, riap diameter

ABSTRACT

Diameter increment is an important information used to set silvicultural prescription that plays a crucial role in sustainable forest management. Therefore, this research was aimed to analyze diameter increment of remnant stands in selectively logged forest in Papua. The dataset was acquired from permanent sample plots in logging concessions of PT Tunas Timber Lestari (TTL), PT Wapoga Mutiara Timber (WMT) dan PT Manokwari Mandiri Lestari (MML). The diameter measurements were conducted annually for 6 – 9 years on three 1 ha permanent plots. Diameter increment was calculated by measuring a gap between trees diameter in year t+1 and year t. The results showed that the average diameter increment of commercial species groups in those areas were 0.56 cm/yr, 0.59 cm/yr and 0.65 cm/yr, respectively. These increments were smaller than the increment assumption of Indonesian Selective Logging (TPTI) i.e. 1.00 cm/yr. The diameter increment distribution based on diameter classes showed different patterns among sites. The diameter increment distribution in PT MML and WMT increased with the increasing diameter, otherwise those in PT TTL tend to decrease with the increasing diameter class.

Keywords: logged-over forest, species group, Papua, diameter increment

PENDAHULUAN

Informasi riap merupakan dasar penentuan kebijakan-kebijakan manajemen seperti panjang daur atau rotasi tebang, jatah tebangan tahunan, limit diameter tebang serta perlakuan-perlakuan silvikultur yang diperlukan. Namun informasi riap yang akurat

masih sangat terbatas, sehingga dalam sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) menggunakan asumsi riap yaitu sebesar 1 cm/th. Tanpa diketahui besarnya riap dan dugaan hasil di waktu yang akan datang, tidak ada jaminan apakah besarnya jatah tebangan

tahunan sudah mengarah kepada kelestarian produksi dan kelestarian sumber daya hutan.

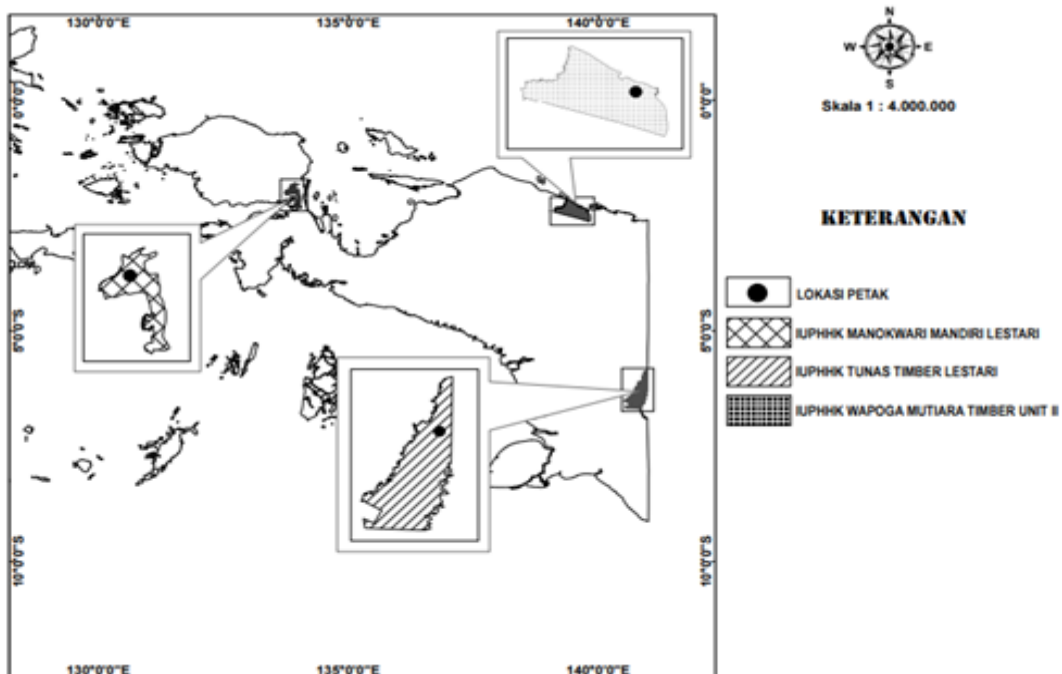
Sistem silvikultur TPTI yang umumnya digunakan dalam pengelolaan hutan alam produksi di Indonesia menetapkan daur tebang adalah 30 tahun dengan limit diameter tebang 40 cm untuk hutan produksi tetap dan 50 cm untuk hutan produksi tidak tetap (Kementerian Kehutanan, 2009). Penentuan siklus tebang berdasarkan asumsi riap 1 cm/th yang kemudian diperbaharui menjadi 0,67 cm/th (Dirjen BUK, 2011). Asumsi tersebut tidak dapat digunakan untuk semua kondisi hutan, karena riap sangat bervariasi menurut tempat tumbuh, komposisi jenis, kelas diameter dan sistem silvikultur yang digunakan (Wahyudi, 2012; Kuswandi, 2016). Penelitian pada hutan alam produksi lahan kering menyebutkan riap tegakan berbeda untuk setiap lokasi di Indonesia berkisar antara 0,40 - 1,04 cm/th (Marwa, 2009; Krisnawati & Wahjono, 2010; Abdulah & Darwo, 2015).

Penerapan riap dengan satu angka dalam sistim silvikultur TPTI menyebabkan penetapan siklus tebang dan batas limit diameter tebang secara seragam untuk semua kondisi hutan di Indonesia. Riap merupakan *resultante* dari berbagai faktor dan bersifat *site specific*. Penggunaan riap untuk penentuan siklus dan limit diameter tebang yang

sesuai dengan kondisi hutan akan lebih realistis dan akurat dalam menjamin kelestarian produksi sumberdaya hutan. Namun informasi riap untuk jenis-jenis pohon Papua masih sangat terbatas. Penelitian riap seperti Unenor *et al.* (2015) hanya terbatas pada jenis matoa (*Pometia pinnata*), merawan (*Hopea papuana*), mersawa (*Anisoptera thurifera*), resak (*Vatica rassak*) dan nyatoh (*Palaquium lobbianum*). Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbedaan besar riap diameter tahunan jenis komersial dan non-komersial tegakan hutan alam bekas tebangan berdasarkan petak ukur permanen di tiga lokasi di Papua.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2014 pada areal bekas tebangan di 3 (tiga) pemegang Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) yaitu PT Tunas Timber Lestari (TTL) di Kabupaten Boven Digul, PT Wapoga Mutiara Timber (WMT) di Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua, dan PT Manokwari Mandiri Lestari (MML) di Kabupaten Teluk Bintuni, Provinsi Papua Barat. Pemilihan ketiga lokasi tersebut berdasarkan pertimbangan keterwakilan letak geografisnya.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Areal IUPHHK PT MML terletak di Kabupaten Teluk Bintuni dengan topografi datar sampai

bergunung, ketinggian di atas muka laut (dpl) 0 – 250 m dan kemiringan 0 – 40 %. Jenis tanah adalah

podsolik coklat kelabu. Iklim termasuk tipe A, dengan rata-rata curah hujan 2.589 mm/th dan jumlah hari hujan setiap bulan rata-rata 12 hari (Kuswandi *et al.*, 2015).

Letak areal IUPHHK PT TTL di Distrik Sesnukt Kabupaten Boven Digul. Kondisi topografi relatif datar sampai bergelombang ringan dengan kemiringan 0 – 15 % dan ketinggian 30 – 300 m dpl. Jenis tanah pada areal tersebut adalah podsolik haplik. Iklim termasuk tipe A, rata-rata curah hujan 4.196 mm/th. Jumlah hari hujan setiap bulan berkisar antara 13 – 23 hari (Kuswandi *et al.*, 2015).

Areal IUPHHK PT WMT terletak di Distrik Bonggo Kabupaten Sarmi, memiliki topografi datar sampai curam, ketinggian 0 – 500 m dpl. dengan jenis tanah alfisol. Iklim termasuk tipe A, dengan rata-rata curah hujan 2.437 mm/th dan jumlah hari hujan setiap bulan 16,7 hari (Kuswandi *et al.*, 2015).

Deskripsi Struktur Tegakan

Dominansi tegakan pada petak ukur permanen (PUP) berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada areal IUPHHK PT MML adalah *Duabanga moluccana*, *Syzygium* sp., *Pometia pinnata*, *Homalium foetidum*, dan *Celtis latifolia* untuk jenis komersial. Jenis dominan untuk non komersial adalah *Dacryodes* sp., *Pimeleodendron amboinicum*,

Melicope sp., *Gymnacranthera farquhariana*, dan *Teijsmanniodendron bogoriense* (Kuswandi *et al.*, 2015).

Jenis komersial yang banyak dijumpai sebagai jenis dominan berdasarkan INP pada areal IUPHHK PT TTL adalah *Vatica rassak*, *Syzygium* sp., *Dysoxylum mollissimum*, *Litsea timoriana* dan *Canarium asperum*. Jenis non komersial yang dominan adalah *Beilschmiedia* sp., *Teijsmanniodendron bogoriense*, *Actinodaphne nitida*, *Blumeodendron amboinicum*, dan *Pimeleodendron amboinicum* (Kuswandi *et al.*, 2015).

Jenis komersial yang dominan pada areal IUPHHK PT. MWT berdasarkan INP adalah *Pometia pinnata*, *Alstonia scholaris*, *Homalium foetidum*, *Adina multifolia*, dan *Celtis latifolia*. Jenis non komersial yang dominan adalah *Pimeleodendron amboinicum*, *Teijsmanniodendron bogoriense*, *Blumeodendron discolor*, *Spaetheostemon javensis*, dan *Drypetes globosa* (Kuswandi *et al.*, 2015).

Kerapatan tegakan jenis komersial dan non-komersial di masing-masing lokasi petak PUP relatif bervariasi. Kerapatan pohon tertinggi dijumpai di PT WMT (34,5 pohon/ha) dan terendah di PT TTL (17,6 pohon/ha) (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan tegakan pada masing-masing IUPHHK

Kelas Diameter (cm)	PT TTL			PT MML			PT. WMT		
	Kom (N/Ha)	NK (N/Ha)	T (N/Ha)	Kom (N/Ha)	NK (N/Ha)	T (N/Ha)	Kom (N/Ha)	NK (N/Ha)	T (N/Ha)
10-19	176,9	191,2	368,1	174,0	204,0	378,1	80,4	130,4	210,8
20-29	64,0	50,4	114,4	52,6	75,2	127,8	28,0	46,1	74,1
30-39	31,6	23,2	54,8	26,0	28,1	54,0	14,8	24,4	39,2
40-49	13,0	8,2	21,2	12,9	17,0	29,9	15,0	8,2	23,2
50 up	13,2	4,5	17,6	21,0	7,6	28,6	22,7	11,8	34,5
Total	298,6	277,4	576,1	286,5	331,9	618,4	160,9	220,8	381,8

Keterangan : Kom = Komersial; NK = Non Komersial; N=Individu, T = Total.
Sumber : Kuswandi (2016)

Prosedur penelitian

1. Pengumpulan data

Data diperoleh dengan melakukan pengukuran keliling pohon pada ketinggian 1,30 cm di atas permukaan tanah atau 20 cm di atas banir. Seluruh pohon di dalam 3 petak ukur permanen (PUP) yang tidak diberi perlakuan silvikultur apapun diukur kelilingnya, baik dari kelompok komersial maupun non komersial. Pengukuran dilakukan sekali dalam setahun. Masing-masing luas PUP berukuran 1 hektar (100 m x 100 m). Pengumpulan data dilakukan dari tahun 2005 - 2014 pada IUPHHK PT TTL, dari tahun

2008 - 2014 PT MML dan dari tahun 2007 – 2014 pada PT WMT.

2. Pengolahan Data

a. Pengelompokan Data

Data hasil pengukuran dikelompokkan menurut kelas diameter dan kelompok jenis. Kelas diameter dibuat dalam selang 10 cm untuk memudahkan dalam penggunaannya, dimulai dari kelas diameter 10 -19 cm sampai dengan 50 cm ke atas. Di dalam penelitian ini dilakukan pengelompokan jenis menjadi dua kelompok, yaitu kelompok komersial dan non-komersial. Pengelompokan jenis seperti

demikian dimaksudkan untuk menyederhanakan keragaman jenis karena di lokasi penelitian tegakan terdiri dari berbagai jenis. SK Menteri Kehutanan No. 163/Kpts/2003 menyebutkan bahwa kelompok jenis komersial adalah semua jenis yang termasuk dalam kelompok meranti, rimba campuran dan kayu indah. Di luar dari kelompok tersebut, disebut sebagai kelompok non komersial. Pengelompokan jenis kayu ini dijadikan dasar untuk pengenaan iuran kehutanan (Departemen Kehutanan, 2003).

b. Perhitungan riap diameter

Riap diameter yang digunakan adalah riap diameter tahun berjalan (*current annual increment* = CAI) dengan rumus (Krisnawati & Wahjono, 2004) sebagai berikut:

$$I_d = D_{t+1} - D_t \tag{1}$$

dimana: I_d adalah riap diameter (cm/th), D_{t+1} adalah diameter pohon pada pengukuran tahun ke- $t+1$ (cm) dan D_t adalah diameter pohon pada pengukuran tahun ke- t (cm).

Data riap diameter dapat digunakan untuk menduga besarnya diameter pohon setelah t tahun pengukuran dengan rumus (Krisnawati & Wahjono, 2004):

$$D_t = D_0 + \sum_{i=m}^n (\Delta t_i) (I_d)_i \tag{2}$$

Dimana: D_t adalah diameter pohon pada t tahun setelah pengukuran (cm); D_0 adalah diameter pohon pada saat pengukuran (cm); $(I_d)_i$ adalah riap diameter pada kelas diameter ke- i (cm/th); m adalah kelas diameter dari D_0 dan n adalah kelas diameter maksimum yang dapat dicapai D_t .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Riap diameter tegakan

Besarnya riap diameter rata-rata tahun berjalan (CAI) pada petak PUP di areal IUPHHK PT TTL, PT WMT dan PT MML pada beberapa tahun pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Riap diameter pohon rata-rata tahun berjalan (CAI) pada petak PUP di areal IUPHHK PT TTL, PT WMT dan PT MML.

Lokasi	Kelas diameter (cm)	Riap diameter rata-rata tahun (cm/th)	
		Jenis Komersial	Jenis Non Komersial
PT TTL	10-19	0,53	0,59
	20-29	0,54	0,67
	30-39	0,56	0,57
	40-49	0,59	0,61

Lokasi	Kelas diameter (cm)	Riap diameter rata-rata tahun (cm/th)	
		Jenis Komersial	Jenis Non Komersial
PT MML	50 up	0,56	0,50
	Rata-rata (Mean)	0,56	0,59
PT MML	10-19	0,44	0,45
	20-29	0,65	0,70
	30-39	0,68	0,78
	40-49	0,74	0,76
	50 up	0,76	0,87
	Rata-rata (Mean)	0,65	0,71
PT WMT	10-19	0,43	0,50
	20-29	0,55	0,54
	30-39	0,63	0,58
	40-49	0,63	0,67
	50 up	0,70	0,73
	Rata-rata (Mean)	0,59	0,61

Sumber : Analisis Data Primer

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan riap diameter rata-rata tahunan baik pada masing-masing lokasi maupun pada kelas diameter dan kelompok jenis. Riap diameter rata-rata tahunan tertinggi baik pada kelompok jenis komersial maupun non komersial terjadi pada lokasi PT MML yaitu sebesar 0,65 cm/th dan 0,71 cm/th, kemudian berturut-turut PT WMT sebesar 0,59 cm/th dan 0,61 cm/th dan PT TTL sebesar 0,56 cm/th dan 0,59 cm/th. Riap diameter rata-rata tahunan kelompok jenis komersial pada umumnya lebih rendah dari kelompok jenis non komersial baik yang terjadi pada kelas diameter maupun lokasi. Ini sekaligus menunjukkan bahwa jenis komersial pada umumnya merupakan jenis lambat tumbuh.

Hasil riap diameter rata-rata tahunan pada ketiga lokasi tersebut lebih rendah dari riap diameter rata-rata tahunan pada hutan alam bekas tebangan di PT Bina Balantak Utama di Kabupaten Sarmi (Marwa, 2009), dan riap tegakan di Pulau Buru, Maluku yaitu sebesar 1,05 cm/th (Abdulah & Darwo, 2015). Walaupun demikian, hasil riap tersebut lebih tinggi dari riap di Labanan, Kalimantan Timur yaitu 0,53 cm/th untuk kelompok Dipterocarpaceae dan 0,29 untuk kelompok non Dipterocarpaceae (Abdurachman, 2012).

Perbedaan rata-rata CAI tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan dalam kerapatan tegakan (Abdurachman & Susanty, 2014), jenis (Kartika Sari *et al*, 2013; Kuswandi, 2014) dan kondisi lingkungan (Wahyudi & Panjaitan, 2011; Remeš *et al.*, 2015). PT

MML dan PT WMT menebang hanya jenis merbau saja sedangkan PT TTL menebang semua jenis komersial sehingga terdapat intensitas tebangan yang berbeda yang berdampak terhadap kerusakan hutan yang berbeda pula. Lebih lanjut Kuswandi *et al.* (2015) mendapatkan bahwa kerapatan tegakan pada ke tiga lokasi tersebut berbeda sehingga menghasilkan besar riap yang berbeda pula antar lokasi. Kerapatan jenis komersial pada areal IUPHHK PT TTL yaitu 298,6 pohon/ha, PT WMT yaitu 160,9 pohon/ha dan PT MML yaitu 286,5 pohon/ha, Kerapatan jenis non komersial adalah 331,9 pohon/ha pada areal PT MML, PT TTL sebanyak 277,4 pohon/ha dan PT WMT-II yaitu 220,8 pohon/ha (Kuswandi *et al.*, 2015). Secara teoritis kerapatan tegakan yang rendah cenderung memiliki riap diameter yang tinggi karena rendahnya persaingan (Fraver *et al.*, 2015; García *et al.*, 2017). Namun demikian pada hutan alam dengan struktur yang kompleks, riap tidak semata-mata ditentukan kerapatan tegakan pohon namun juga oleh kerapatan hasil rekrutmen maupun kondisi tapak. Lang & Knight (1983) menyatakan bahwa intraspesifik variasi dalam pertumbuhan di hutan tropika basah termasuk tinggi dan tidak terdapat korelasi dengan kerapatan pohon terdekat atau basal area. Kompetisi atau persaingan di dalam hutan baik inter spesifik maupun intra spesifik mempengaruhi pertumbuhan tegakan (Hynynen, Repola, & Mielikäinen, 2011; Sghaier *et al.*, 2013; Maleki, Kiviste, & Korjus, 2015). von Oheimb *et al.* (2011) menyebutkan bahwa pengaruh persaingan terhadap pertumbuhan diameter tidak semata-mata ditentukan oleh jumlah jenis.

Perubahan kondisi tempat tumbuh akibat kegiatan pembalakan seperti pengerasan tanah dan terbukanya tajuk menyebabkan pertumbuhan agresif jenis-jenis pioner yang berdampak pada perlambatan pertumbuhan tegakan komersial, sehingga besarnya riap jenis komersial tidak dapat dicapai secara optimal. Jenis-jenis pioner umumnya termasuk dalam kelompok jenis non komersial dan merupakan karakteristik dari hutan bekas tebangan serta umumnya mempunyai pertumbuhan yang cepat (Venturoli *et al.*, 2015).

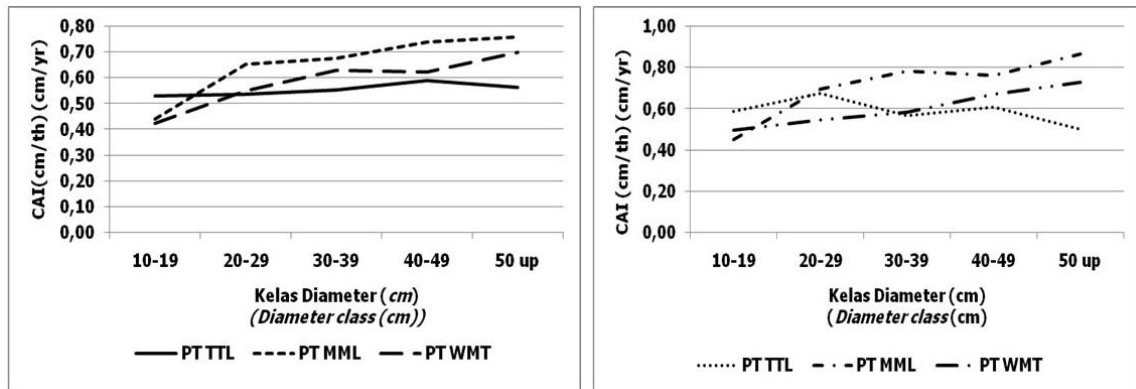
Riap diameter rata-rata pada ketiga lokasi ini masih lebih rendah dari riap yang diberlakukan dalam penentuan rotasi tebangan secara umum di Indonesia yaitu sebesar 0,68 cm/th (Dirjen BUK, 2011), maupun dari asumsi riap dalam sistem TPTI

sebesar 1 cm/th. Konsekuensi lebih rendahnya suatu tegakan dengan riap yang rendah akan mencapai masa layak terbang lebih panjang sehingga siklus tebangannya pun harus lebih panjang. Oleh karena itu, penetapan asumsi riap 0,68 cm/th atau 1 cm/th. tidak relevan untuk diterapkan pada semua kondisi tempat tumbuh.

Pola Sebaran Riap Diameter

Sebaran riap diameter berdasarkan kelas diameter pada setiap lokasi dan kelompok jenis menunjukkan pola yang berbeda. Pada areal PT TTL pola riap diameter fluktuatif bahkan cenderung menurun baik pada kelompok jenis komersial maupun non komersial. Sebaliknya pada PT MML dan PT WMT pola riap diameter menunjukkan kecenderungan semakin tinggi dengan bertambahnya kelas diameter, baik pada kelompok jenis komersial maupun non komersial (Gambar 2).

Pada kelas diameter 10 – 19 cm di PT MML riap diameternya 0,44 cm/th (jenis komersial) dan 0,45 cm/th (jenis non komersial) meningkat relatif tinggi pada kelas diameter 50 up yaitu menjadi sebesar 0,76 cm/th (jenis komersial) dan 0,87 cm/th (jenis non komersial). Demikian pula pada PT WMT pada kelas diameter 10-19 cm riap diameternya 0,43 cm/th (jenis komersial) dan 0,50 cm/th (jenis non komersial) meningkat pada kelas diameter 50 up menjadi sebesar 0,70 cm/th (jenis komersial) dan 0,73 cm/th (jenis non komersial). Kecenderungan pola riap seperti demikian diduga berhubungan dengan praktik penebangan di kedua IUPHK tersebut yang meninggalkan kerusakan yang relatif ringan terhadap tegakan tinggal berdiameter kecil karena sasaran penebangan hanya pada satu jenis pohon saja. Sebaliknya pada PT TTL yang menerapkan penebangan terhadap semua jenis pohon yang dijumpai di areal kerjanya, cenderung pola riap diameternya menurun. Penebangan banyak jenis akan menghasilkan ruang tumbuh lebih terbuka, namun akan mendorong terjadinya regenerasi alam termasuk jenis-jenis pionir dalam jumlah yang tinggi. Pertumbuhan yang agresif dari jenis-jenis pionir tersebut dalam tingkat tertentu akan menciptakan persaingan dengan jenis-jenis pohon yang ditinggalkan setelah dilakukannya kegiatan penebangan tegakan tinggal yang berpengaruh terhadap perlambatan pertumbuhan pohon.



(a) Kelompok Jenis Komersial

(b) Kelompok Jenis non komersial

Gambar 2. Pola sebaran CAI berdasarkan kelas diameter pohon untuk (a). kelompok komersial dan (b). non komersial pada masing-masing lokasi IUPHHK di Papua

Pola riap diameter meningkat dengan bertambahnya kelas diameter pohon yang diperoleh seperti pada kasus PT MML dan PT WMT berbeda pula dengan beberapa hasil penelitian yang memperlihatkan bahwa semakin besar diameter maka pertumbuhannya semakin menurun (Krisnawati & Wahyono, 2004; Abdulah & Darwo, 2015), seperti diperlihatkan pula dalam kasus PT TTL. Perbedaan pola riap diameter tersebut disebabkan adanya perbedaan struktur dan komposisi jenis penyusun tegakan tinggal yang terjadi akibat intensitas penebangan yang berbeda. Pada intensitas tebangan yang rendah, tegakan tinggal dengan diameter besar masih cukup tinggi seperti yang dijumpai pada areal PT MML dan PT WMT dibandingkan dengan PT TTL (Kuswandi *et al.*, 2015). Pohon berdiameter besar (dominan) memiliki kemampuan lebih dalam memperebutkan faktor lingkungan seperti cahaya, unsur hara, dan air (Campoe *et al.*, 2013; Sharma *et al.*, 2016; Sadono, 2018). Struktur tegakan seperti dominansi, diameter tegakan, kerapatan dan luas bidang dasar pohon berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter (Adame *et al.*, 2014). Selain itu ukuran tajuk juga berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter (Fraver *et al.*, 2014; Sadono, 2018).

Pohon dengan diameter besar berperan penting dalam penambahan diameter. Kemampuan pohon untuk bersaing dalam mendapatkan cahaya matahari, memiliki pengaruh besar pada pertumbuhan diameter (Lhotka & Loewenstein, 2011). Selanjutnya disebutkan bahwa persaingan antar pohon lebih dipengaruhi oleh posisi pohon di strata vertikal dalam hal persaingan cahaya matahari (Lhotka & Loewenstein, 2011). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa pohon-pohon pada stratum

dominan akan mencapai kenaikan pertumbuhan yang lebih tinggi dari pada pohon-pohon dari strata lainnya (Crecente-Campo *et al.*, 2010). Intensitas cahaya sangat menentukan dalam banyaknya total karbohidrat yang dihasilkan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tegakan (Mawazin & Suhaendi, 2011).

Sebaliknya pada intensitas tebangan yang tinggi menyebabkan lebih banyak kerusakan tegakan tinggal pada diameter kecil, sedangkan pohon dengan diameter besar kurang berpengaruh (Medjibe *et al.*, 2011; Chheng *et al.*, 2015). Kondisi ini menyebabkan ruang atau kanopi terbuka akibat penebangan yang menyebabkan persaingan sangat intensif dan berpengaruh terhadap perlambatan pertumbuhan pohon-pohon tegakan tinggal terutama kelas diameter kecil (Krisnawati & Wahjono, 2004; Duah-Gyamfi *et al.*, 2014; Kuswandi & Murdjoko, 2015) dan regenerasi tegakan tinggal meningkat (Duah-Gyamfi *et al.*, 2014; Roitman & Vanclay, 2015).

Pendugaan Diameter Pohon

Rotasi tebang dan batas minimum diameter tebang dalam sistem silvikultur TPTI yang berlaku saat ini ditentukan berdasarkan asumsi riap diameter pohon komersial. Asumsi riap diameter pohon komersial dalam sistem TPTI adalah 1 cm/th yang diperbaharui menjadi 0,69 cm/th (Dirjen BUK, 2011), dengan rotasi/siklus tebang untuk hutan alam lahan kering ditetapkan 30 tahun dan batas diameter tebang 40 cm (Kementerian Kehutanan, 2009). Berdasarkan data rata-rata riap diameter jenis komersial pada setiap kelas dan lokasi yang diperoleh dari penelitian ini, maka besarnya diameter yang dapat dicapai setelah t tahun pengukuran untuk berbagai nilai t dan diameter awal dapat dihitung (Tabel 3).

Tabel 3. Dugaan diameter pohon jenis komersial pada setiap jangka waktu setelah pengukuran diameter awal di Papua

Lokasi	Diameter awal (cm)	Jangka waktu setelah pengukuran (th)					
		20	25	30	35	40	45
PT TTL	10	21	23	26	29	31	34
	20	31	34	36	39	42	44
	30	41	44	47	50	52	55
PT MML	10	19	21	23	25	28	30
	20	33	36	40	43	46	49
	30	44	47	50	54	57	60
PT WMT	10	19	21	23	25	27	29
	20	31	34	37	39	42	45
	30	43	46	49	52	55	58

Sumber : Analisis data primer

Tabel 3 menunjukkan bahwa dengan diameter pohon inti sebesar 20 cm pada areal PT TTL dan PT WMT setelah 30 tahun kemudian diameternya baru mencapai 36 cm dan 37 cm. Diameter tersebut masih dibawah batas limit diameter tebang yaitu sebesar 40 cm. Dengan demikian pada kedua areal tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama dari rotasi tebang yang ditetapkan yaitu 30 tahun. Beberapa penelitian menganjurkan rotasi tebang diperpanjang untuk hutan alam, bahkan ada yang menganjurkan sampai 90 tahun untuk tercapainya kelestarian hutan (Indrajaya, 2015). López *et al.* (2013) menyebutkan bahwa untuk rotasi tebang pada hutan tropis harus dinaikkan empat hingga lima kali lebih lama daripada yang dipraktekkan saat ini.

Riap tegakan bersifat *site specific*, maka informasi riap diameter dalam penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam ketentuan sistem silvikultur TPTI. Sekalipun demikian, riap bukan satu-satunya komponen pertumbuhan. Komponen pertumbuhan tegakan lainnya yang dapat menggambarkan perilaku dinamika tegakan adalah *ingrowth* (alih tumbuh), *mortality* (kematian) dan tingkat kerusakan tegakan akibat penebangan yang tidak tercakup dalam penelitian ini.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan asumsi riap diameter yang sama untuk semua lokasi yang dijadikan dasar dalam memproyeksikan produksi atau pengaturan hasil dalam pengelolaan hutan sulit untuk diterima. Hasil ini sejalan dengan pendapat dari Krisnawati & Wahjono (2004) dan Abdulah & Darwo (2015) yang menyatakan bahwa riap tegakan bersifat *site specific* sehingga penerapan asumsi riap yang disamakan untuk semua jenis dan daerah perlu dipertimbangkan lagi. Kondisi tegakan terutama ketersediaan dan keadaan pohon inti harus dijadikan pertimbangan, sehingga prediksi dalam penentuan produksi atau

pengaturan hasil akan lebih akurat dan realistis untuk mewujudkan pengelolaan hutan lestari. Penerapan secara mutlak seperti asumsi yang berlaku saat ini dalam sistem silvikultur justru akan membahayakan kelestarian dan kelangsungan pengusaha hutan. Oleh sebab itu dalam penentuan pengaturan hasil seperti penentuan jatah tebang tahunan (AAC), siklus tebang, intensitas tebang dan diameter tebang minimum harus berdasarkan hasil riap diameter pada setiap areal hutan.

KESIMPULAN

Riap diameter pohon pada tegakan kelompok komersial maupun non-komersial berbeda antar lokasi tempat tumbuh (*site specific*) dan kelas diameter pohon. Rata-rata riap diameter untuk kelompok jenis komersial berturut-turut sebesar 0,56 cm/th pada PT TTL, 0,65 cm/th pada PT MML dan 0,59 cm/th pada PT WMT. Rata-rata riap diameter kelompok jenis non komersial lebih besar dari pada kelompok jenis komersial yaitu berturut-turut sebesar 0,59 cm/th pada PT TTL, 0,71 cm/th PT MML dan 0,61 cm/th pada PT WMT. Riap diameter berdasarkan kelas diameter menunjukkan dua pola yang berbeda yaitu riap diameter cenderung meningkat dengan semakin besarnya diameter dan riap diameter cenderung menurun dengan semakin besarnya diameter. Pola riap diameter dipengaruhi oleh intensitas penebangan. Berdasarkan proyeksi rotasi 30 tahun, dengan riap diameter pada ke tiga lokasi tersebut, pohon inti berukuran 20 cm belum dapat mencapai persyaratan minimal untuk dapat ditebang. Asumsi riap yang diberlakukan saat ini dalam sistem silvikultur TPTI perlu dipertimbangkan agar lebih realistis dengan memperhatikan riap pada masing-masing lokasi tempat tumbuh maupun masing-masing jenis.

SARAN

Riap diameter dapat dijadikan dasar dalam memproyeksikan produksi atau pengaturan hasil dalam pengelolaan hutan, namun perlu pula diperhatikan aspek pertumbuhan tegakan lainnya (*ingrowth* dan *mortality*) serta ketersediaan potensi dan penyebaran permudaan tegakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Balai Penelitian dan pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari atas biaya penelian ini. Ucapan yang sama disampaikan kepada semua pihak (PT Tunas Timber Lestari, PT Wapoga Mutiara Timber dan PT Manokwari Mandiri Lestari) yang telah ikut membuat, mengukur, dan mengelola *database* PUP yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, L., & Darwo. (2015). Model riap tegakan hutan alam produksi di Pulau Buru-Maluku. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(1), 1-10.
- Abdurachman, A. (2012). Riap diameter hutan bekas tebangan setelah 20 tahun perlakuan perbaikan tegakan tinggal di Labanan Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 6(2), 121-130.
- Abdurachman & Susanty, F. H. (2014). Pengaruh perlakuan penebangan limit diameter terhadap riap diameter pohon hutan 16 tahun setelah penebangan di Sangai, Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 8(2), 81-88.
- Adame, P., Brandeis, T. J., & Uriarte, M. (2014). Diameter growth performance of tree functional groups in Puerto Rican secondary tropical forests. *Forest Systems*, 23(1), 52-63.
- Campoe, O.C., Stape, J. L., Nouvellon, Y., Laclau, J. P., Bauerle, W.L., Binkley, D., & Le Maire, G. (2013). Stem production, light absorption and light use efficiency between dominant and non-dominant trees of *Eucalyptus grandis* across a productivity gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 288, 14-20.
- Chheng, K., Mizoue, N., Khorn, S., Kao, D., & Sasaki, N. (2015). Tree-based approach to evaluate size dependence of residual tree damage caused by selective logging: Case study in tropical semi-evergreen forests of Cambodia. *Forest Ecology and Management*, 356, 285-292.
- Crecente-Campo, F., Soares, P., Tomé, M., & Diéguez-Aranda, U. (2010). Modelling annual individual-tree growth and mortality of Scots pine with data obtained at irregular measurement intervals and containing missing observations. *Forest Ecology and Management*, 260(11), 1965-1974.
- Departemen Kehutanan. (2003). Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 163/Kpts-II/2003 Tanggal 26 Mei 2003 tentang Pengelompokan Jenis Kayu Sebagai Dasar Pengenaan Iuran Kehutanan. Departemen Kehutanan, Indonesia.
- Duah-Gyamfi, A., Swaine, E., Adam, K., Pinard, M., & Swaine, M. (2014). Can harvesting for timber in tropical forest enhance timber tree regeneration? *Forest Ecology and Management*, 314, 26-37.
- Direktorat Jenderal Bina Usaha Kehutanan. (2011). Riap diameter tahunan pada hutan alam produksi. SE 10/VI-BUHA/2011 SE 10/VI-BUHA/2011. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Fraver, S., D'Amato, A. W., Bradford, J. B., Jonsson, B. G., Jönsson, M., & Esseen, P. A. (2014). Tree growth and competition in an old-growth *Picea abies* forest of boreal Sweden: influence of tree spatial patterning. *Journal of Vegetation Science*, 25(2), 374-385.
- García, W. S., López, E. P., Barraza, G. Q., Ortiz, G. R., García, E. S., Aquino, F. R. & Urias, J. C. T. (2017). A Dynamic system of growth and yield equations for *Pinus patula*. *Forests*, 8, 465. doi:10.3390/f8120465: 1-13.
- Hynynen, J., Repola, J., & Mielikäinen, K. (2011). The effects of species mixture on the growth and yield of mid-rotation mixed stands of scots pine and silver birch. *Forest Ecology and Management*, 262(7), 1174-1183.
- Indrajaya, Y. (2015). Dinamika karbon hutan alam dipterokarpa dataran rendah dalam sistem silvikultur TPTI Baru di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 1(1), 29-40
- Kartika Sari, D., Iskandar, A. M., & Hardiansyah, G. (2013). Potensi pertumbuhan meranti di areal bekas tebangan dengan sistem silvikultur tebang pilih tanam jalur (TPTJ) di PT. Suka Jaya Makmur Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 1(3), 417-428.
- 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. Kementerian Kehutanan, Jakarta.
- Krisnawati, H., & Wahjono, D. (2004). Riap diameter tegakan hutan alam rawa bekas tebangan di Provinsi Jambi. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 1(2), 156-166.
- Krisnawati, H., & Wahjono, D. (2010). Effect of post-logging silvicultural treatment on growth rates of residual stand in a tropical forest. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 7(2), 112-124.
- Kuswandi, R. (2014). The effect of silvicultural treatment on stand growth of logged-over forest in South Papua. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 1(2), 117-126.
- Kuswandi, R., & Murdjoko, A. (2015). Population structures of four tree species in logged-over tropical forest in South Papua, Indonesia: An integral projection model approach. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 2(2), 93-101.
- Kuswandi, R., Sadono, R., Supriyatno, N., & Marsono, D. (2015). Keanekaragaman struktur tegakan hutan alam bekas tebangan berdasarkan biogeografi di Papua (Diversity of stand structure in logged-over forest

- based on Papua biogeography). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(2), 151-159.
- Kuswandi, R. (2016). Dinamika Pertumbuhan Tegakan Tinggal dan Pengaturan Hasil Pada Hutan Bekas Tebangan di Beberapa Unit Pengusahaan Hutan di Papua. Desertasi tidak diterbitkan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kuswandi, R. (2016). Model pertumbuhan tegakan hutan alam bekas tebangan dengan sistem tebang pilih di Papua. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 11(1), 45-55
- Lang, G. E. & Knight D. H. (1983). Tree growth, mortality, recruitment and Canopy crop formation during a 10 year period in a tropical moist forest. *Ecology*, 64(5), 1075-1080.
- Lhotka, J. M., & Loewenstein, E. F. (2011). An individual-tree diameter growth model for managed uneven-aged oak-shortleaf pine stands in the Ozark Highlands of Missouri, USA. *Forest ecology and management*, 261(3), 770-778.
- López, L., Villalba, R. & Bravo, F. (2013). Cumulative diameter growth and biological rotation age for seven tree species in the Cerrado biogeographical province of Bolivia. *Forest Ecology and Management*, 292, 49-55
- Maleki, K., Kiviste, A., & Korjus, H. (2015). Analysis of individual tree competition on diameter growth of silver birch in Estonia. *Forest Systems*, 2(2), 023, 1-13
- Marwa, J. (2009). Model Dinamik Pengaturan Hasil Hutan Tidak Seumur dan Kontribusinya Terhadap Ekonomi Daerah (Studi Kasus IUPHHK P. Bina Balantak Utama Kabupaten Sarmi, Papua). Tesis tidak diterbitkan, IPB, Bogor.
- Mawazin, M., & Suhaendi, H. (2011). Kajian pertumbuhan tanaman pada sistem silvikultur tebang pilih tanam Indonesia (TPTII) di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(3), 253-261.
- Medjibe, V. P., Putz, F. E., Starkey, M. P., Ndouna, A. A., & Memiaghe, H. R. (2011). Impacts of selective logging on above-ground forest biomass in the Monts de Cristal in Gabon. *Forest Ecology and Management*, 262(9):1799-1806.
- Remeš, J., Bilek, L., Novák, J., Vacek, Z., Vacek, S., Putalová, T., & Koubek, L. (2015). Diameter increment of beech in relation to social position of trees, climate characteristics and thinning intensity. *Journal of Forest Science*, 61(10), 456-464.
- Roitman, I., & Vanclay, J. K. (2015). Assessing size–class dynamics of a neotropical gallery forest with stationary models. *Ecological Modelling*, 297, 118-125.
- Sadono, R. Prediksi lebar tajuk pohon dominan pada pertanaman jati asal kebun benih klon di Kesatuan Pemangkuan Hutan Ngawi, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 12, 127-141.
- Sharma, R. P., Vacek, Z., Vacek, S. (2016). Individual tree crown width models for Norway spruce and European beech in Czech Republic. *Forest Ecology and Management*, 366, 208-220.
- Sghaier, T., Tome, M., Tome, J., Sanchez-Gonzalez, M., Cañellas, I., & Calama, R. (2013). Distance-independent individual tree diameter-increment model for *Thya (Tetraclinis articulata (VAHL.) MAST.)* stands in Tunisia. *Forest Systems*, 22(3), 433-441.
- Unenor, E., Tanjung, R. H. R., & Keiluhu, H. J. (2015). Implementasi sistem silvikultur TPTI dan TPTJ Teknik Silvikultur Intensif (SILIN) dalam pengelolaan hutan di Papua (Studi kasus PT. Tunas Timber Lestari di Kabupaten Boven Digoel). *Jurnal Biologi Papua*, 7(2), 53-60.
- Venturoli, F., Franco, A. C., & Fagg, C. W. (2015). Tree diameter growth following silvicultural treatments in a semi-deciduous secondary forest in Central Brazil. *Cerne*, 21(1), 117-123.
- von Oheimb, G., Lang, A. C., Bruelheide, H., Forrester, D. I., Wäsche, I., Yu, M., & Härdtle, W. (2011). Individual-tree radial growth in a subtropical broad-leaved forest: the role of local neighbourhood competition. *Forest ecology and management*, 261(3), 499-507.
- Wahyudi & Panjaitan, S. (2011). Model pertumbuhan dan hasil tanaman shorea leprosula pada sistem tebang pilih tanam jalur teknik silin. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* 5(2), 37-46.
- Wahyudi. (2012). Simulasi pertumbuhan dan hasil menggunakan siklus tebang 25, 30 dan 35 tahun pada Sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 9(2), 51-62.