

# Hubungan Lebar Jalur Tanam dengan Pertumbuhan Meranti Merah (*Shorea leprosula* Miq.) dalam Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur

## *Correlation Between the Width of Planting Line Toward the Growth of Red Meranti (Shorea leprosula Miq.) in Silvicultural System of Selective Cutting and Line Planting*

Lilla Mutia dan Prijanto Pamoengkas

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

### ABSTRACT

The demand of timber for industry is increasing, along with the increasing rate of population growth. It brings an impact toward the timber demand. Increased productivity is expected able to balancing the needs without caused a damage to the forest ecosystem it self. One of the silvicultural system which suitable to be implemented in natural forest is Selective Cutting Line Planting (TPTJ) which planted with *S. leprosula* species. One of the effort to increase productivity is by determining the land-width which suitable with the *S. leprosula* species, so that it can grows optimally. The result shows that there is a correlation between the width of planting line toward the growth of diameter and height. The optimum width for the *S. leprosula* planting line is 6 meters.

**Keyword:** land-width, productivity, *Shorea leprosula*, TPTJ

### PENDAHULUAN

#### Latar belakang

Kebutuhan kayu untuk industri semakin meningkat, seiring dengan peningkatan laju pertumbuhan penduduk. Hal tersebut berdampak terhadap semakin meningkatnya kebutuhan kayu untuk pertukangan maupun untuk bahan baku industri lainnya. Mengimbangi peningkatan permintaan akan kayu maka yang harus dilakukan adalah upaya peningkatan produktifitas kayu yang dihasilkan. Peningkatan produktifitas ini diharapkan mampu mengimbangi kebutuhan yang ada tanpa merusak ekosistem hutan alam itu sendiri. Salah satu sistem silvikultur yang sesuai diterapkan di hutan alam yaitu sistem silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) dengan jenis tanamannya yaitu meranti merah (*Shorea leprosula* Miq.). Upaya untuk meningkatkan produktifitas hasil kayu yang ada, maka perlu adanya penelitian tentang hubungan pertumbuhan dengan lebar jalur tanam yang ada sehingga dapat diketahui pada lebar jalur tanam berapa *S. leprosula* ini dapat tumbuh secara optimal.

#### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan lebar jalur tanam yang baik bagi pertumbuhan *S. leprosula* di Areal IUPHHK-HA (Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu-Hutan Alam) PT. Suka Jaya Makmur, Kalimantan Barat.

#### Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam menentukan lebar jalur tanam yang sesuai bagi

pertumbuhan *S. leprosula* pada sistem TPTJ di Indonesia.

### METODE

Penelitian dilakukan di Areal IUPHHK-HA PT. Suka Jaya Makmur, Kalimantan Barat dimulai dari bulan Maret-April 2013 yang dikelola dengan sistem silvikultur TPTJ dari berbagai lebar jalur tanam yang berbeda. Pengambilan data pada setiap kelas umur menggunakan metode *purposive sampling* dengan setiap kelas umur berukuran 100 x 100m atau 1 ha. Satuan petak berada pada lokasi yang mempunyai lebar jalur tanam yang sama, keadaan lingkungan yang relatif homogen serta sudah dilakukan pemeliharaan sebelumnya.

#### Bahan

Bahan penelitian berupa tanaman *S. leprosula* di sepanjang jalur tanam pada berbagai plot yang berada di setiap tahun tanam yang berbeda pada sistem silvikultur TPTJ.

#### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian berupa kaliper, pita meter, galah, *walking stick*, GPS, kamera digital, alat tulis, *tally sheet*.

#### Analisis Data

Analisis data yang dilakukan berupa perhitungan:

- Rata-rata diameter dan tinggi pohon
- Riap tahunan rata-rata (MAI) diameter pohon

$$I_{d_i} = \frac{d_i}{t_i}$$

dimana :

$I_{d_i}$  = riap diameter rata-rata pada tahun ke- $i$  (cm/tahun)

$d_i$  = diameter rata-rata pada tahun tanam ke- $i$  (cm)

$t_i$  = umur tanaman pada tahun tanam ke- $i$  (tahun)

c. Riap tahunan rata-rata (MAI) tinggi pohon

$$I_{h_i} = \frac{h_i}{t_i}$$

dimana :

$I_{h_i}$  = riap tinggi rata-rata pada tahun ke- $i$  (m/tahun)

$h_i$  = tinggi rata-rata pada tahun tanam ke- $i$  (m)

$t_i$  = umur tanaman pada tahun tanam ke- $i$  (tahun)

d. Distribusi kelas diameter

Menentukan range ( $r$ ) dengan mengurangi data terbesar dengan data terkecil; menentukan jumlah kelas ( $k$ ) dengan rumus Sturges ( $k = 1 + 3.3 \log n$ ,  $k$  ε bulat; menentukan kelas interval ( $i$ ) yaitu range ( $r$ ) dibagi dengan jumlah kelas ( $k$ ); menentukan kelas, data terkecil harus masuk dalam kelas pertama sedangkan data terbesar masuk pada kelas terakhir; serta menghitung frekuensi dengan menjumlahkan data yang terdapat pada masing-masing kelas menggunakan *Ms. Excel 2007*.

e. Uji korelasi, Uji normalitas dan Analisis ANOVA menggunakan *software SPSS 16*.

01°20' LS-01°55' LS. Batuan yang terdapat pada areal unit hutan produksi PT. Suka Jaya Makmur adalah Basal Bunga, batuan gunung api Kerabai, Granit Laur, Granit Sangiyang dan Granit Sukadana. Sesuai dengan Peta Tanah Provinsi Kalimantan Barat, jenis tanah yang terdapat pada areal perusahaan hutan hampir seluruhnya terdiri atas tanah podsolik merah kuning.

Tipe hutan hujan tropis basah yang didominasi oleh jenis-jenis *Dipterocarpaceae* antara lain meranti kuning, meranti merah, melapi, keruing. Jenis lainnya antara lain medang, sawang, benuang, kempas, mersawan dan jenis-jenis komersil lainnya. Topografi umumnya bergelombang, datar dan landai hingga agak curam. Areal tersebut memiliki ketinggian minimum 300 mdpl dan maksimum 700 mdpl, dengan rata-rata ketinggian 500 mdpl. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson (1952) kondisi iklim di areal IUPHHK PT. Suka Jaya makmur termasuk tipe iklim A, dengan curah hujan rata-rata tahunan berkisar antara 1.500–3.000 mm/tahun.

### Pertumbuhan *S. leprosula*

Menurut Gardner *et al.* (2008), pertumbuhan dalam arti sempit adalah pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran). Kedua proses ini memerlukan sintesis protein dan merupakan proses yang tidak dapat balik. Sementara itu, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, secara luas dapat dibagi menjadi 2 yaitu faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (genetik). Faktor eksternal meliputi iklim (cahaya, temperatur, air, panjang hari, angin dan gas), edafis/tanah (tekstur, struktur, bahan organik, kapasitas pertukaran kation, pH, kejenuhan basah dan ketersediaan nutrien), dan biologi (gulma, serangga, organisme penyebab penyakit nematoda, herbivora dan mikro-organisme). Faktor internal meliputi ketahanan terhadap tekanan iklim, tanah dan biologis; laju fotosintetik; respirasi; pembagian hasil asimilasi dan N; pengaruh langsung gen dan diferensiasi. Hasil pengamatan pertumbuhan *S. leprosula* dapat dilihat pada Tabel 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Berdasarkan Surat Keputusan Hak Pengusahaan Hutan No. 106/KPTS-II/2000 tanggal 29 Desember 2000, PT Suka Jaya Makmur diberi kepercayaan untuk mengusahakan areal hutan seluas 171.340 ha (HPT seluas 158.340 ha dan HP seluas 13.000 ha). Secara geografis, areal IUPHHK merupakan areal kompak yang terletak di antara 110°20' BT-111°20' BT dan

Tabel 1 Pertumbuhan *S.leprosula*

Plot	Umur (tahun)	Rata-rata		Riap tahunan rata-rata (MAI)		Σ Sampel
		Diameter (cm)	Tinggi (m)	Diameter (cm/tahun)	Tinggi (m/tahun)	
TPTJ 2006	7	11.63	9.40	1.66	1.34	180
TPTJ 2007	6	6.37	7.30	1.06	1.22	110
TPTJ 2008	5	10.66	9.23	2.13	1.85	161
TPTJ 2009	4	5.50	5.99	1.38	1.50	98
TPTJ 2010	3	4.64	7.03	1.55	2.34	58
TPTJ 2011	2	2.30	2.91	1.15	1.45	125
TPTJ 2012	1	1.02	1.48	1.02	1.48	82

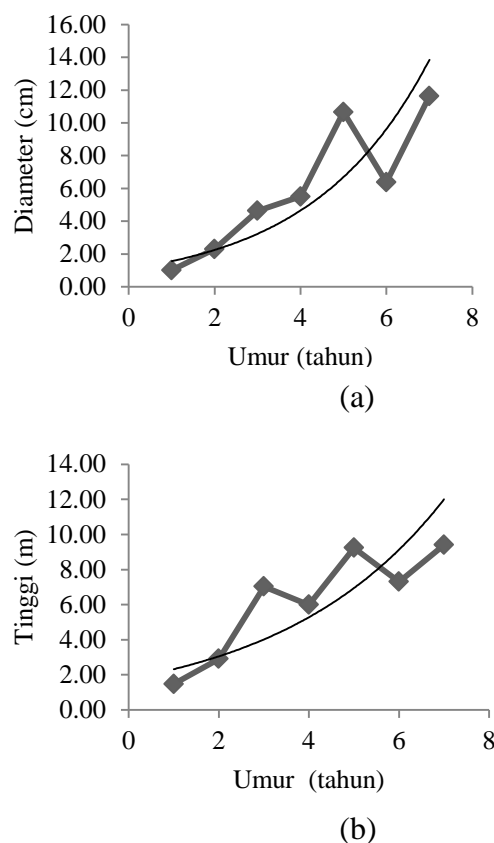
Tabel 1 menunjukkan rata-rata pertumbuhan dan riap *S. leprosula* per tahun tanam. Rata-rata diameter dan tinggi per tahun tanam didapatkan meningkat secara fluktuatif dengan rata-rata diameter dan tinggi terbesar pada plot TPTJ 2006 dengan umur 7 tahun sebesar 11.63 cm dan 9.40 m serta yang terkecil pada plot TPTJ 2012 dengan umur 1 tahun sebesar 1.02 cm dan 1.48 m. Hasil yang didapat lebih kecil dari pada hasil yang diperoleh Wahyudi dan Panjaitan (2011) yang menyatakan bahwa pada umur 1 tahun rata-rata diameter dan tinggi yang didapat berturut-turut sebesar 1.05 cm dan 1.50 m. Rata-rata diameter dan tinggi pada umur 16 tahun sebesar 21.22 cm dan 13.1 m.

Riap diameter dan tinggi yang dihasilkan per tahun tanam juga mengalami peningkatan secara fluktuatif. Riap diameter terbesar pada plot TPTJ 2008 dengan umur 5 tahun sebesar 2.13 cm/tahun dan yang terkecil pada plot TPTJ 2012 dengan umur 1 tahun sebesar 1.02 cm/tahun. Sementara itu, untuk riap tinggi terbesar pada plot TPTJ 2010 dengan umur 3 tahun sebesar 2.34 m/tahun dan yang terkecil pada plot TPTJ 2007 dengan umur 6 tahun sebesar 1.22 m/tahun. Menurut hasil penelitian Wahyudi dan Panjaitan (2011) riap rata-rata diameter pada umur 1–2 tahun sebesar 1.08 cm/tahun, umur 11 tahun sebesar 1.25 cm/tahun dan umur 16 tahun sebesar 1.36 cm/tahun.

Perbedaan riap diameter dan tinggi serta rata-rata diameter dan tinggi tanaman ini diduga karena adanya perbedaan umur tanaman, jumlah sampel, pengaruh faktor internal dari tanaman berupa genetik pada setiap tanaman yang berbeda serta faktor eksternal berupa ketersediaan cahaya matahari dan tempat tumbuh. Hal ini didukung dengan temuan di lapangan bahwa ada beberapa areal tempat tumbuh yang tergenang oleh air yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman jadi terganggu sehingga mempengaruhi besarnya rata-rata diameter dan tinggi riap diameter dan tinggi yang di dapat. Soekotjo (2009) menyatakan dalam bukunya bahwa tanaman *S. leprosula* tidak menyukai tempat tumbuh yang tergenang air, tetapi menyukai tempat tumbuh yang berdrainase baik serta pada lahan yang mempunyai kemiringan dari relatif landai sampai curam. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Joker (2002) yang menyatakan bahwa *S. leprosula* tidak toleran terhadap genangan.

### Kurva Pertumbuhan *S. leprosula*

Menurut Gardner *et al.* (2008) pola pertumbuhan sepanjang suatu generasi secara khas dicirikan oleh suatu fungsi pertumbuhan yang berbentuk kurva sigmoid. Pola kumpulan sigmoid merupakan ciri semua organisme, organ, jaringan dan bahkan penyusun sel. Apabila massa tumbuhan (berat kering), volume, luas daun tinggi dan penimbunan bahan kimia digambarkan terhadap waktu, suatu garis yang dapat ditarik dari data secara normal akan berbentuk sigmoid. Kurva berbentuk S akan terbentuk karena adanya perbedaan laju pertumbuhan sepanjang daur hidupnya. Kurva pertumbuhan rata-rata diameter dan tinggi tanaman *S. leprosula* pada umur 1–7 tahun dapat dilihat pada Gambar 1.

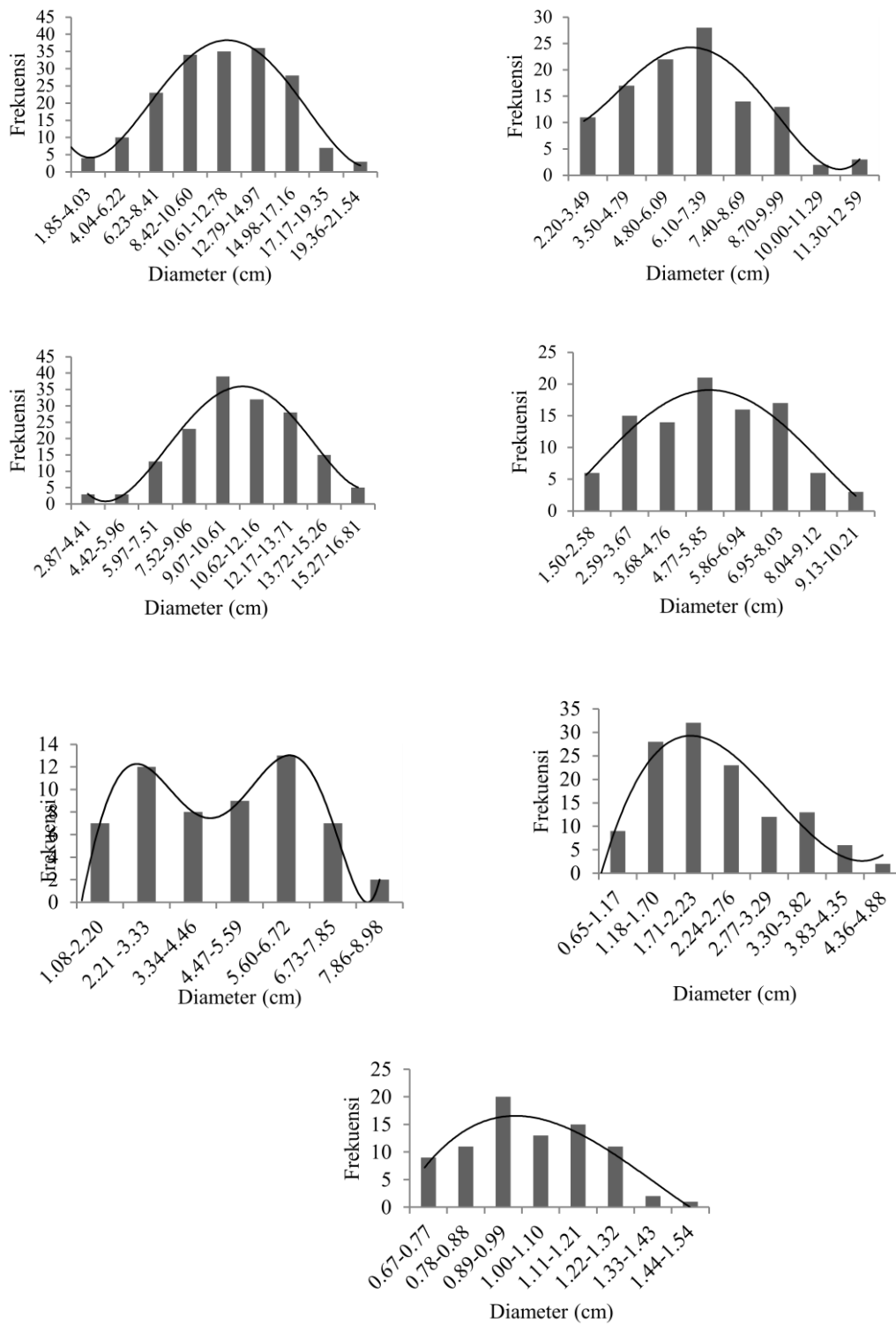


Gambar 1 Kurva pertumbuhan *S. leprosula*: (a) diameter; (b) tinggi

Gambar 1 menjelaskan bahwa pola pertumbuhan diameter dan tinggi *S. leprosula* relatif sama. Rata-rata diameter dan tinggi *S. leprosula* relatif mengalami peningkatan dari umur 1–7 tahun, walaupun ada beberapa umur tanaman yang mengalami penurunan yaitu pada umur 4 dan 6 tahun. Kurva pertumbuhan yang dihasilkan pada umur 1–7 tahun berbentuk eksponensial karena pada umur 1–7 tahun tanaman masih dalam katagori masih muda. Menurut Gardner *et al.* (2008) pola pertumbuhan akan berbentuk kurva sigmoid yang diikuti oleh fase eksponensial yang relatif pendek, fase linier yang relatif panjang, fase yang lajunya menurun serta fase mantap sebagai pematangan fisiologi. Hal yang sama diungkapkan oleh Pamoengkas dan Randana (2013) menyatakan bahwa pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman *S. leprosula* pada umur 1 tahun sampai umur 6 tahun memiliki pertumbuhan yang cepat.

### Distribusi Kelas Diameter *S. leprosula*

Menurut Daniel *et al.* (1987) tegakan hutan seumur adalah tegakan yang semua pohonnya ditanam pada tahun yang sama, atau pada waktu bersamaan dan ditandai dengan tajuk yang seragam. Jumlah terbesar pohon berada pada kelas diameter yang diwakili oleh rata-rata tegakannya dan pohon-pohon lebih sedikit pada kelas yang di atas atau di bawah rata-ratanya. Distribusi kelas diameter tanaman *S. leprosula* dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Distribusi kelas diameter *S.leprosula* pada plot: (a) TPTJ 2006; (b) TPTJ 2007; (c) TPTJ 2008; (d) TPTJ 2009; (e) TPTJ 2010; (f) TPTJ 2011; (g) TPTJ 2012

Gambar 2 menjelaskan tentang distribusi kelas diameter per tahun tanam. Distribusi kelas diameter yang terbanyak per tahun tanam berada pada rata-rata diameter yang ada yaitu pada plot TPTJ 2006, TPTJ 2007, TPTJ 2008 dan TPTJ 2009. Hal ini sesuai dengan prinsip tegakan hutan seumur yang dicirikan dengan kurva berbentuk lonceng yang berarti bahwa jumlah terbesar berada pada rata-rata diameter sementara untuk kelas diameter terbesar dan terkecil memiliki jumlah pohon yang relative sedikit. Sementara untuk plot TPTJ 2010, TPTJ 2011 dan TPTJ 2012 jumlah frekuensi terbanyak tidak berada pada rata-rata diameternya tetapi berada pada kelas yang berada di bawah atau di atas rata-rata. Kemungkinan yang menyebabkan hal ini terjadi adalah karena faktor umur tanaman yang relative muda yaitu antara umur 1-3 tahun.

### Korelasi Lebar Jalur Tanam dengan Pertumbuhan *S.leprosula*

Menurut Hasan (2003), korelasi merupakan istilah yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antar variabel. Analisis korelasi adalah cara untuk mengetahui ada atau tidak adanya hubungan antar variabel. Korelasi yang terjadi antara dua variabel dapat berupa korelasi positif, korelasi negatif, tidak ada korelasi ataupun korelasi sempurna. Sementara itu, koefisien korelasi (KK) merupakan indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antar variabel.

Berdasarkan analisis korelasi didapatkan bahwa lebar jalur tanam memiliki hubungan yang signifikan terhadap diameter dan tinggi ( $p\text{-value } 0.000 < 0.01$ ). Koefisien korelasi yang didapat antara lebar jalur tanam dengan diameter sebesar 0.53 dengan keeratan hubungan adalah cukup erat. Sementara itu untuk koefisien korelasi antara lebar jalur tanam dengan tinggi sebesar 0.37 dengan keeratan hubungan adalah rendah. Perbedaan keeratan hubungan antara lebar jalur tanam dengan diameter dan tinggi diduga disebabkan oleh tempat tumbuh. Tetapi secara keseluruhan antara lebar jalur tanam dengan diameter dan tinggi memiliki hubungan yang signifikan. Seperti yang dikemukakan oleh Adjers *et al.* (1995) yang menyatakan bahwa kemampuan bertahan hidup *S. leprosula* tidak dipengaruhi oleh lebar jalur tanam tetapi untuk tinggi dan diameter dipengaruhi oleh lebar jalur tanam.

### Uji Normalitas Data Pertumbuhan *S. leprosula*

Menurut Usman dan Akbar (2006), uji normalitas data digunakan untuk menguji apakah data kontinu berdistribusi normal sehingga analisis dengan validitas, reliabilitas, uji t, korelasi dan regresi dapat dilaksanakan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan statistik uji normalitas Kolmogorov-Smirnov pada taraf signifikan yaitu 0.05.

Tabel 2 Uji normalitas *S. leprosula* pada setiap lebar jalur tanam

Lebar jalur tanam (m)	p (K-S)		Hasil uji
	Diameter (cm)	Tinggi (m)	
3	0.84	0.73	terima H0 ( $p \geq 0.05$ )
5	0.88	0.78	terima H0 ( $p \geq 0.05$ )
6	0.99	0.29	terima H0 ( $p \geq 0.05$ )
10	0.08	0.88	terima H0 ( $p \geq 0.05$ )

p (K-S) = nilai signifikansi Kolmogorov-Smirnov.

Berdasarkan hasil uji normalitas pada setiap lebar jalur tanam yang ada didapatkan bahwa pada setiap lebar jalur tanam memiliki sebaran diameter dan tinggi yang normal.

### Hubungan Lebar Jalur Tanam dengan Pertumbuhan *S. leprosula*

Menurut Soekotjo (2009) teknik silvikultur merupakan pengendalian struktur yang memberikan peluang bagi spesies target untuk lebih berkembang karena lingkungan baru yang diciptakan disesuaikan dengan persyaratan spesies target, dalam hal ini adalah *S. leprosula* sebagai spesies target tersebut. Oleh karena itu penentuan lebar jalur tanam yang sesuai diperlukan agar proses pertumbuhan *S. leprosula* dapat tumbuh secara optimal. Analisis yang digunakan adalah ANOVA (*Analysis of Variance*). Tujuan dari analisis ini adalah untuk membandingkan lebih dari dua rata-rata sedangkan gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (Riduwan 2001).

Tabel 3 Hubungan lebar jalur tanam dengan pertumbuhan *S. leprosula*

Plot	Lebar jalur tanam (m)	Riap rata-rata tahunan (MAI)	
		Diameter (cm/tahun)	Tinggi (m/tahun)
TPTJ 2007	3	1.06 <sup>d</sup>	1.22 <sup>d</sup>
TPTJ 2009	5	1.38 <sup>c</sup>	1.50 <sup>b</sup>
TPTJ 2008	6	2.13 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>
TPTJ 2006	10	1.66 <sup>b</sup>	1.34 <sup>c</sup>

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata.

Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan bahwa lebar jalur tanam berpengaruh nyata terhadap riap diameter dan tinggi *S. leprosula* pada taraf uji 0.05. Rata-rata riap diameter dan tinggi yang terbaik berada pada lebar jalur tanam 6 m (TPTJ 2008) yaitu sebesar 2.13 cm/tahun dan 1.85 m/tahun. Rata-rata riap diameter dan tinggi yang terjelek berada pada lebar jalur tanam 3 m (TPTJ 2007) yaitu sebesar 1.06 cm/tahun dan 1.22 m/tahun. Penyebab lebar jalur tanam 6 m pertumbuhannya lebih optimal dari lebar jalur tanam lainnya diduga karena pada lebar jalur tanam 6 m ini *S. leprosula* mendapatkan asupan air, nutrisi, cahaya serta ruang tumbuh yang optimal dibandingkan dengan lebar jalur tanam yang lain. Hasil yang didapat ini sama dengan hasil penelitian Pamoengkas (2006) yang menyatakan bahwa riap diameter *S. leprosula* pada lebar jalur tanam 6 m mengalami peningkatan yang cukup besar dari pada lebar jalur tanam 10 m yang tidak menunjukkan adanya peningkatan diameter. Oleh karena itu pendapat yang menyebutkan bahwa semakin lebar jalur tanam maka kondisi cahaya akan baik nampaknya tidak berlaku untuk jenis *Dipterocarpaceae* yang memiliki persyaratan cahaya bervariasi pada setiap jenisnya. Hal ini mempertegas bahwa untuk jenis *S. leprosula* yang ditanam pada sistem silvikultur TPTJ lebar jalur tanam yang sesuai untuk menghasilkan hasil yang optimal adalah pada lebar jalur tanam 6 m. Apabila lebar jalur tanam lebih dari 6 m maka tidak akan menunjukkan peningkatan pertumbuhan, sementara jika lebar jalur tanam kurang dari 6 m maka pertumbuhan *S. leprosula* akan terganggu karena terjadi persaingan memperoleh air, nutrisi, cahaya matahari serta ruang tumbuh.

Hal yang berbeda dikemukakan oleh Pamoengkas dan Randana (2013) yang menyatakan bahwa pertumbuhan *S. leprosula* terbaik terdapat pada lebar jalur tanam 5 m (TPTJ 2009) dengan rata-rata riap diameter dan tinggi sebesar 1.63 cm/tahun dan 1.91 m/tahun, sedangkan pertumbuhan terendah terdapat pada lebar jalur tanam 6 m (TPTJ 2007) dengan rata-rata riap diameter dan tinggi sebesar 0.99 cm/tahun dan 1.13 m/tahun. Perbedaan antara hasil penelitian ini dengan Pamoengkas dan Randana (2013) disebabkan perbedaan umur tanaman pada lebar jalur tanam yang sama, sehingga mempengaruhi hasil uji yang didapatkan.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Perubahan lebar jalur tanam menyebabkan perubahan diameter dan tinggi tanaman *S. leprosula*. Lebar jalur tanam yang optimal bagi pertumbuhan *S. leprosula* adalah pada lebar jalur tanam 6 m.

### Saran

Perlu adanya pemeliharaan pada setiap areal TPTJ yang ada dengan pelebaran jalur tanam maksimal 6 m serta pembersihan areal TPTJ yang pada jalur tanamnya terdapat pohon tumbang. Penggunaan bibit unggul perlu segera dimulai dalam kegiatan penanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjers G, Hadengganan S, Kuusipalo J, Nuryanto K, Vesa L. 1995. Enrichment planting of dipterocarps in logged-over secondary forests: effect of windth direction and maintenance method of planting line on selected shorea species. *Forest Ecology and Management* 73:259-270.
- Daniel TW, Helms JA, Baker F. 1987. *Prinsip-Prinsip Silvikultur*. Marsono D, penerjemah; Oemi HS, editor. Yogyakarta (ID): UGM Pr. terjemahan dari: *Principles of Silviculture*.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RL. 2008. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Susilo H, penerjemah. Jakarta (ID): UI Pr. Terjemahan dari: *Physiology of Crop Plants*.
- Hasan I. 2003. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1*. Jakarta (ID): PT. Bumi Aksara.
- Joker D. 2002. *Informasi Singkat Benih: Shorea leprosula Miq.* Jakarta (ID): Direktorat Perbenihan Tanaman Kehutanan, Departemen Kehutanan Republik Indonesia.
- Pamoengkas P. 2006. Kajian aspek vegetasi dan kualitas tanah sistem silvikultur tebang pilih tanam jalur (studi kasus di areal HPH PT. Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Tengah) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pamoengkas P, Randana F. 2013. Respon pertumbuhan meranti merah terhadap lebar jalur tanam dan intensitas cahaya matahari dalam sistem silvikultur TPTJ. *Silvikultur Tropika* 4(1):51-56.
- Riduwan. 2011. *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung (ID): Alfabeta.
- Soekotjo. 2009. *Teknik Silvikultur Intensif (SILIN)*. Yogyakarta (ID): UGM Pr.
- Usman H, Akbar PS. 2006. *Pengantar Statistika*. Jakarta (ID): PT. Bumi Aksara
- Wahyudi, Panjaitan S. 2011. Model pertumbuhan dan hasil tanaman *S. leprosula* pada sistem tebang pilih tanam jalur teknik Silin. *Dipterokarpa* 5(2):40-46.