

**PERTUMBUHAN TANAMAN SHOREA LEPROSULA Miq. DI PT INHUTANI I
LONG NAH, KALIMANTAN TIMUR**

(Growth of Shorea leprosula Miq. in PT Inhutani I Long Nah, East Kalimantan)

Oleh/By :

Ayi Suyana & Abdurachman

Balai Besar Penelitian Dipterokarpa

ABSTRACT

Meranti tembaga (Shorea leprosula Miq.) is one of many dipterocarps species currently developed in large-scale plantations. There are two common plant material used in the development of dipterocarps forest plantation, namely cutting and wildlings. This study examined the growth of meranti tembaga of those two different seeding origins. Twelve 50m x 50m experimental plots were established in the area of PT Inhutani I, Long Nah East Kalimantan. Parameters measured were tree diameter and height. The study showed that plants of cutting and wildling origins exhibit relatively equal performances in the field.

Key Words : Growth, Shorea leprosula Miq., cutting, wildling.

ABSTRAK

Meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq.) adalah satu dari beberapa species dipterokarpa yang saat ini sedang dikembangkan dalam skala industri. Ada dua cara pengadaan bibit yang umum digunakan untuk membangun hutan tanaman dipterokarpa yaitu stek pucuk dan cabutan. Penelitian ini menguji pertumbuhan meranti tembaga dari dua cara tersebut. Dua belas plot berukuran 50m x 50m dibuat di areal PT Inhutani I, Long Nah, Kalimantan Timur. Parameter yang diukur adalah diameter batang dan tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman dari stek pucuk dan cabutan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata di lapangan.

Kata Kunci : pertumbuhan, *Shorea leprosula* Miq., stek, cabutan.

I. PENDAHULUAN

Program pembangunan hutan tanaman industri (HTI) digagas untuk menciptakan sumber bahan baku alternatif perkayuan (dan serat) nasional, sebagai antisipasi atas kecenderungan penurunan hasil kayu dari hutan alam produksi akibat penciutan areal maupun degradasi potensi. Oleh sebab itu, keberhasilan jangka panjang program HTI ikut menentukan stabilitas dan kelangsungan industri perkayuan, masa depan konservasi hutan alam, serta posisi kehutanan dalam perekonomian nasional.

Salah satu aspek penting yang dapat menunjang keberhasilan program HTI ialah tersedianya informasi-informasi dan perangkat-perangkat manajemen yang diperlukan untuk pengelolaan hutan pada tingkat unit manajemen/operasional. Di antara perangkat mendasar yang perlu segera disediakan ialah model-model pertumbuhan dan hasil (*growth & yield models*), yang bisa digunakan untuk memproyeksikan struktur dan produksi tegakan jenis-jenis HTI pada berbagai kondisi tempat tumbuh, kondisi tegakan maupun pengaruh berbagai alternatif perlakuan silvikultur. Ketersediaan perangkat ini akan memungkinkan para pengelola untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam mengambil keputusan manajemen jangka panjang, misalnya mengenai jarak tanam, kerapatan tegakan, rotasi, ataupun jadwal pemungutan hasil yang optimal bagi jenis pada lokasi tertentu. Secara umum, tersedianya perangkat yang bisa memberikan prediksi kondisi dan produksi tegakan di masa datang, memungkinkan para pengelola hutan tanaman menyusun rencana manajemen jangka panjang dalam usaha mencapai hasil yang diinginkan.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai pertumbuhan tanaman meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq.) yang berasal dari bahan tanaman yang berbeda yaitu cabutan dan stek. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan yang berharga bagi usaha penanaman meranti tembaga ini dalam skala besar.

II. RISALAH AREAL PENELITIAN

A. Lokasi dan Luas

Luas areal HPHTI PT Inhutani I Long Nah berdasarkan SK HPHTI Definitif No. 611/Kpts-11/1997 tanggal 10 September 1997 adalah 50.295 ha. Secara geografis areal ini terletak antara 0°30'00" - 0°45'45" LU dan antara 116°21'45" - 116°36'54" BT. Menurut pembagian administrasi pemerintahan, kelompok hutan Long Nah terletak dalam wilayah Kecamatan Muara Ancalong, Kabupaten Kutai Timur. Sedangkan berdasarkan pembagian wilayah administrasi kehutanan, termasuk ke dalam Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Long Nah, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Muara Ancalong, Cabang Dinas (CDK) Mahakam Tengah, Dinas Kehutanan Propinsi Kalimantan Timur.

B. Topografi dan tanah

Areal PT Inhutani I Long Nah terletak pada ketinggian 25 m - 150 m di atas permukaan laut. Topografi umumnya datar dengan kelas kelerengan A (0-15%) dan arah kelerengan ke arah timur, di bagian utara dan barat umumnya agak bergelombang, ke arah selatan dan timur semakin datar, terdapat rawa di ujung bagian timur dan tenggara. Jenis tanahnya terdiri dari Podsol, Kambisol, Podsolik dan Mediteran. Formasi geologinya terdiri dari Formasi Pamaluan, Pulubalang, Batu liat bernapal (Paleogen) dan Aluvium.

C. Iklim

Menurut pembagian tipe iklim Schmidt dan Ferguson (1951) iklim makro di daerah Long Nah ini termasuk Tipe A dengan curah hujan 2.000 - 2.500 mm/tahun. Curah hujan tertinggi ada pada bulan Desember sedangkan terendah pada bulan Agustus. Kecepatan angin berkisar antara 272 - 614 m per jam dan suhu udara 25° - 33° C.

D. Kondisi hutan

Areal HTI Long Nah telah dieksploitasi sejak tahun 1971 dan pada tahun 1982 terbakar berat. Hasil inventarisasi setelah kebakaran menunjukkan pohon yang berdiameter 20 - 49 cm terbakar sebanyak 76%, sedangkan pohon yang berukuran lebih besar sebanyak 81%. Permudaan alami dari tingkat semai sampai tiang hampir seluruhnya terbakar.

E. Aksesibilitas

HTI Long Nah dapat dicapai baik melalui jalan darat maupun air. Rute jalan darat dari Samarinda - Sebulu - Kota Bangun - Long Nah ditempuh dalam waktu kurang lebih 6-7 jam. Jalan air melalui Sungai Mahakam dengan menggunakan kapal umum dari Pelabuhan Samarinda menuju Long Nah lebih kurang 24 - 26 jam.

III. METODOLOGI

Obyek penelitian ini adalah tegakan tanaman meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq.) umur 8 tahun (tahun tanam 1998), jarak tanam 5 x 4 m, ditanam di semak belukar yang satu tahun sebelumnya berupa tanaman meranti umur 7 tahun yang terbakar. Respon yang diamati pada tingkat pohon adalah diameter, tinggi pohon, tinggi bebas cabang dan tinggi tajuk yang dikumpulkan dari 12 petak ukur permanen (PUP), masing-masing berukuran 50 m x 50 m. Untuk tegakan, sasarannya adalah N/ha, daya hidup, struktur tegakan, pertumbuhan diameter dan tinggi. Petak penelitian terdiri dari 9 petak berisi tanaman yang bibitnya berasal dari cabutan anakan alam, dan 3 petak berasal dari stek pucuk, yang ditanam dengan jarak 5 m x 4 m. Pengamatan/pengukuran dilakukan pada bulan Oktober 2006. Data diameter pohon diperoleh dari pengukuran keliling setiap pohon dalam semua PUP. Sedangkan

data tinggi pohon (Ttot) dan tinggi bebas cabang (Tbc) diukur dari 200 sampel pohon yang dipilih secara acak dari semua petak coba.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kerapatan Tegakan

Kerapatan tegakan dinyatakan berdasarkan jumlah pohon dan jumlah luas bidang dasar per hektar. Dengan mengetahui kerapatan tegakan suatu hutan tanaman, maka dapat dipertimbangkan tindakan-tindakan manipulasi tegakan yang diperlukan hingga mencapai hasil optimal pada umur (daur) tertentu. Tabel 1 memperlihatkan banyaknya pohon, diameter rata-rata dan luas bidang dasar tegakan meranti dan penyaing per petak, serta total per ha. Petak 1 - 9 adalah tanaman meranti dengan bibit berasal dari cabutan anakan alam, dan petak 10 - 12 bibitnya dari stek pucuk.

Tabel (Table) 1. Kerapatan tegakan hutan tanaman meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq.) umur 8 tahun dan penyaingnya dalam plot coba (*Stand density of eight year old S. leprosula Miq. plantation within it's competitors in the experimental plots*)

Plot	Meranti/plot			Penyaing (competitors)/plot			Jumlah (total)/ha	
	N	D (Cm)	G (m ²)	N	D (Cm)	G (m ²)	N	G (m ²)
1	111	14.1	1.8648	76	17.0	2.1654	748	16.1208
2	135	13.8	2.2741	86	17.6	2.5188	884	19.1716
3	66	10.2	0.7205	232	15.9	5.0464	1,192	23.0676
4	120	12.3	1.6229	58	19.2	2.3536	712	15.9060
5	73	12.1	0.9441	110	15.5	2.6506	732	14.3788
6	62	12.3	0.8383	208	14.2	3.5800	1,080	17.6732
7	68	11.4	0.8041	233	15.1	4.6488	1,204	21.8116
8	37	12.8	0.5419	230	15.3	4.8256	1,068	21.4700
9	56	11.7	0.7492	174	15.5	3.6678	920	17.6680
10*	90	15.4	1.8053	119	19.0	4.3904	836	24.7828
11*	77	10.8	0.9126	286	14.1	5.0898	1,452	24.0096
12*	69	12.4	0.9756	235	14.2	4.0896	1,216	20.2608

Keterangan (Remark) : Plot 1- 9 = cabutan (*wildlings*); plot 10-12 = stek pucuk (*sprout cuttings*).
N = jumlah pohon (*number of stem*); D = diameter; G = luas bidang dasar (*basal area*).

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa tegakan meranti mendapat tekanan yang sangat berat dari pohon-pohon penyaing. Jumlah batang dan jumlah luas bidang dasar penyaing dalam setiap petak lebih besar dari tanaman pokoknya, sementara posisi tajuk pohon-pohon meranti berada di bawah tajuk pohon-pohon penyaing. Kondisi ini tidak dapat dibiarkan karena akan menghambat pertumbuhan tanaman, untuk itu perlu dilakukan pembebasan. Banyaknya pohon penyaing yang harus ditebang (dimatikan) agar tanaman meranti menjadi bebas adalah sebanyak 682 batang/ha, setara dengan 15,009 m²/Ha.

B. Daya hidup

Hasil pengamatan terhadap daya hidup tanaman meranti tembaga pada setiap petak penelitian berdasarkan kondisi pada saat penelitian ini dilaksanakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel (Table) 2. Persentase hidup tanaman meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq. umur 8 tahun dalam plot coba (*Survival rate of eight year old S. leprosula* Miq. in the experimental plots)

petak	N_hdp	N_mati	% hidup
1	111	19	85.38
2	135	49	73.36
3	66	34	66
4	120	15	88.88
5	73	26	73.73
6	62	31	66.66
7	68	34	66.66
8	37	57	39.36
9	56	36	60.86
10*	90	26	77.58
11*	77	32	70.64
12*	69	18	79.31

Keterangan (Remark) : Plot 1- 9 = cabutan (*wildlings*);
plot10-12 = stek pucuk (*sprout cuttings*).
N = jumlah pohon

Hasil pengamatan terhadap daya hidup dari tanaman yang berasal dari cabutan menunjukkan bahwa daya hidup yang paling tinggi dijumpai pada petak 1 dan terendah pada petak 8. Sedangkan yang berasal dari stek tertinggi pada petak 12 dan terkecil pada petak 11. Selanjutnya jika dilihat secara keseluruhan, rata-rata daya hidupnya adalah sebesar 68,99% untuk cabutan dan 75,84% untuk stek. Tingginya persentase daya hidup ini masuk dalam kategori cukup berhasil dan berhasil.

Dalam praktek Dinas Kehutanan Kalimantan Timur (2003) memberikan batasan atau kriteria sebagai berikut :

- Persentase hidup $\geq 85\%$ dinyatakan sangat berhasil
- Persentase hidup 75% s/d $< 85\%$ dinyatakan berhasil
- Persentase hidup 65% s/d $< 75\%$ dinyatakan cukup berhasil
- Persentase hidup 55% s/d $< 65\%$ dinyatakan kurang berhasil
- Persentase hidup $< 55\%$ dinyatakan gagal.

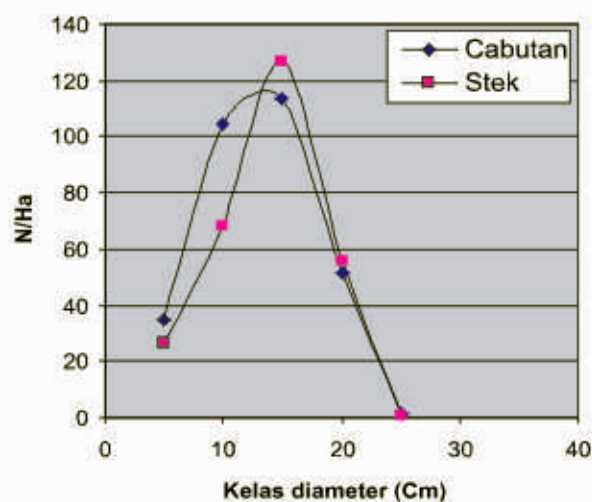
Tingginya tiap keberhasilan tanaman sampai pada umur 8 tahun ini maka plot-plot ini akan membentuk tegakan meranti yang baik jika tidak ada gangguan baik secara alami maupun oleh manusia.

Daya hidup tanaman dari bahan stek memberikan tingkat yang lebih tinggi. Hal ini terjadi karena umumnya dalam pembuatan stek bahan tanaman diambil dari bibit/tanaman yang memiliki karakteristik yang baik, sedangkan yang berasal dari cabutan tidak dapat diketahui dengan jelas karakteristiknya, masih kecil. Ada kecenderungan bahwa asal bibit berdampak pada tingkat keberhasilan tanaman, termasuk daya hidup pada setiap petak penelitian, pada petak yang berasal dari stek variasi daya hidupnya lebih kecil dari pada yang bersal dari cabutan.

Daya tumbuh tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor seperti yang dijelaskan oleh Evans (1982) yaitu lokasi penanaman (tanah), cuaca, kondisi bibit, tata air atau erosi permukaan, hama dan penyakit, kompetisi dengan gulma.

C. Struktur tegakan

Menurut Loetsch *et al.* (1973), struktur tegakan atau hutan menunjukkan sebaran umur dan/atau kelas diameter dan kelas tajuk. Struktur tegakan dengan rentang kelas 5 cm diperlihatkan pada gambar 1. Gambar tersebut memperlihatkan kurva hubungan antara kelas diameter dengan banyaknya pohon per hektar. Kurva berbentuk lonceng, menyerupai fungsi sebaran normal. Jumlah pohon terbanyak berada pada kelas diameter 10 - 20 cm, sedang kelas yang berukuran lebih kecil dan yang lebih besar jumlahnya lebih sedikit. Bentuk ini juga sama seperti yang dikemukakan oleh Evans (1982) dan Rizal (1987) yang memberikan gambaran bahwa bentuk lonceng ini dijumpai baik pada tanaman yang belum dijarangi maupun setelah dijarangi. Gambaran hubungan ini lazim dijumpai pada tegakan hutan tanaman muda hingga dewasa.



Gambar (Figure) 1. Distribusi kelas diameter tanaman *S. leprosula* Miq. umur 8 tahun dari stek pucuk dan cabutan anakan alami. (Diameter class distribution of eight year old *S. leprosula* Miq. from cuttings and wildlings).

D. Pertumbuhan diameter

Statistik diameter tanaman yang diperoleh dari konversi pengukuran keliling pada setiap petak ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 3. Statistik diameter *Shorea leprosula* Miq. umur 8 tahun dalam petak coba.
(*Diameter statistics of eight year S. leprosula* Miq. in the experimental plots)

Plot	Rata-rata (Average) diameter	Minimum	Maksimum (Maximum)	Simpangan baku (Deviation. Standard)
1	14.1	3.2	23.1	3.91
2	13.8	2.0	26.6	4.93
3	10.2	0.5	25.9	6.01
4	12.3	2.9	25.6	4.59
5	12.1	2.5	22.1	4.33
6	12.3	2.7	20.9	4.64
7	11.4	2.1	21.3	4.49
8	12.8	3.2	24.3	4.95
9	11.7	1.0	21.1	5.79
10*	15.4	2.1	30.3	4.46
11*	10.8	1.4	24.7	5.94
12*	12.4	1.9	21.2	5.21

Keterangan (Remark) : Plot 1- 9 = cabutan (*wildlings*); plot10-12 = stek pucuk (*sprout cuttings*).

Berdasarkan Tabel 3 di atas diketahui bahwa rata-rata diameter tanaman meranti yang berasal dari cabutan adalah 12,30 cm, sedikit lebih kecil daripada yang berasal dari stek pucuk yaitu 12,87 cm.

Untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan diameter tanaman meranti menurut asal bibitnya, dilakukan uji beda rata-rata diameter dengan menggunakan uji-t untuk sampel independen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter batang tanaman dari bibit cabutan dan dari stek tidak berbeda nyata ($t = -3,00$ berada pada tingkat signifikansi 0,003).

E. Pertumbuhan tinggi

Pertumbuhan tinggi merupakan salah satu komponen yang penting dalam perhitungan potensi pohon atau tegakan. Pada perhitungan untuk menaksir potensi, biasanya tinggi tidak dipergunakan, tetapi pada tahap sebelumnya dicari suatu hubungan yang nyata antara diameter dan tinggi. Dari hasil tersebut akan didapatkan suatu persamaan yang hanya menggunakan diameter sebagai acuan. Pada beberapa penelitian telah diperoleh hasil bahwa penggunaan tinggi sebagai komponen dalam menaksir tegakan memberikan tingkat ketelitian yang lebih baik. Pertimbangan lain adalah pengukuran tinggi pada hutan alami akan sangat sulit. Akan tetapi pada dasarnya tinggi ini perlu menjadi perhatian karena fungsinya sebagai salah satu variabel dari tegakan.

Pengamatan pertumbuhan tinggi pohon terdiri dari tinggi total, tinggi bebas cabang, tinggi tajuk dan persentase tinggi bebas cabang. Perbandingan tinggi total dengan tinggi bebas cabang akan

memberikan informasi besar potensi atau volume pohon tersebut, yang pada tahap selanjutnya dapat dijadikan sebagai dasar dalam menaksir potensi tegakan. Data hasil perhitungan tinggi tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel (Table) 4. Hasil perhitungan tinggi total, tinggi bebas cabang dan tinggi tajuk serta persentase tinggi bebas cabang (*The values of total height, height of clear bole, canopy height and percentage of height clear bole height*)

	Cabutan				Stek			
	Ttot	Tbc	Ttjk	Tbc %	Ttot	Tbc	Ttjk	Tbc %
Min	8.83	6,0	2.83	67,9	6,96	4,0	2.96	57,47
Rata	15.1	8.7	6.4	57.6	16.9	9.9	7.0	58.6
Max	25.5	10.7	14.8	41,9	27.3	12.9	14.4	47,3

Informasi pada Tabel 4 menunjukkan perbedaan nilai pada kedua bahan tanaman. Rataan tinggi tanaman yang berasal dari stek lebih besar daripada tinggi tanaman dari cabutan.

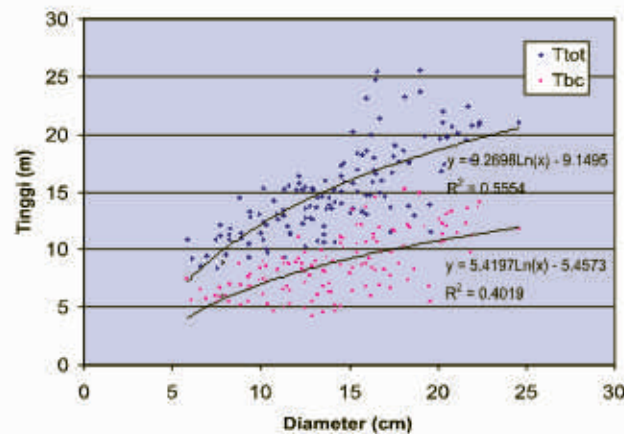
Persentase tinggi bebas cabang yang merupakan bagian tinggi batang yang biasa digunakan untuk menghitung volume massa kayu pohon, baik pada pohon-pohon yang asal bibitnya dari cabutan maupun stek pucuk memiliki kecenderungan yang sama, yaitu pada pohon yang lebih rendah nilainya besar, sebaliknya pohon yang lebih tinggi nilainya menjadi kecil akan tetapi pada nilai rataannya hampir sama. Nilai yang diperoleh dalam penelitian ini 19% lebih kecil dari angka yang diperoleh oleh Suyana (2003) yang memiliki nilai berkisar antara 61-80% bagi beberapa jenis Dipterokarpa pada hutan alam. Kondisi tegakan pada penelitian diindikasikan akan masih berubah karena tanaman ini masih muda, dan dalam kondisi tekanan pohon-pohon penyaing yang jumlahnya lebih banyak daripada tanaman merantinya.

Untuk melihat perbedaan pertumbuhan tinggi dari kedua bahan tanaman ini dilakukan ujibeda dengan prosedur yang sama dengan pengujian pada diameter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman (baik tinggi total maupun tinggi bebas cabang) dengan bibit yang berasal dari stek maupun cabutan tidak berbeda nyata.

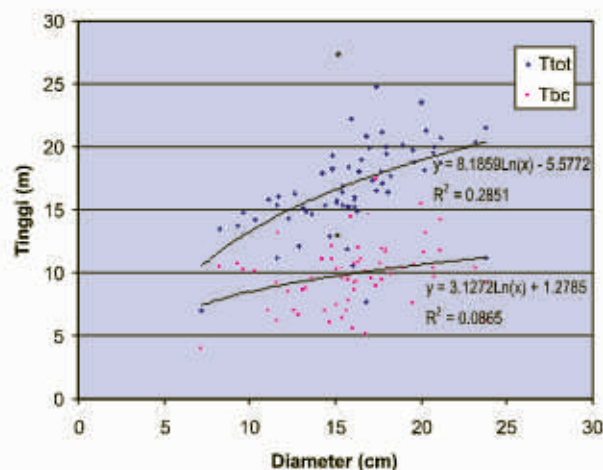
Model pertumbuhan masing-masing asal bahan tanaman ditampilkan pada gambar 2 dan 3.

Pada Gambar 2 dan 3 tersebut terlihat adanya "trendline" yang sama, Perbedaan atau selisih jarak antara kedua garis tersebut menggambarkan tinggi tajuk (tinggi tajuk sampai puncak pohon), baik dengan tinggi total maupun dengan tinggi batang sampai pangkal tajuk. Pada kedua gambar tersebut terlihat semakin besar diameter pohon semakin tinggi pohon tersebut. Tinggi bebas cabang berada pada lebih dari setengah tinggi total pohon.

Kesetaraan pertumbuhan tinggi dan diameter pada kedua kelompok tegakan, diduga bukan terjadi karena sifat genetis asal bibit tetapi akibat dari tekanan tumbuhan penyaingnya. Oleh sebab itu untuk mengetahui sifat pertumbuhan tegakan yang sebenarnya, maka harus dilakukan pembebasan dari tekanan tumbuhan penyaing.



Gambar (Figure) 2. Grafik hubungan diameter dengan tinggi total pohon dan tinggi bebas cabang *S. leprosula* Miq. dari bahan cabutan. (Graph of relationship between diameter and total high and high clear bole of *S. Leprosula* Miq. from wildlings.



Gambar (Figure) 3. Grafik hubungan diameter dengan tinggi total pohon dan tinggi bebas cabang *S. leprosula* Miq. dari bahan cabutan. (Graph of relationship between diameter and total high and high clear bole of *S. Leprosula* Miq. from cuttings

F. Nisbah tinggi - diameter

Nisbah atau perbandingan antara tinggi dan diameter (h/d) adalah angka yang menunjukkan tinggi total dengan diameter yang masing-masing mempunyai satuan yang sama (cm/cm) sehingga angka yang diperoleh merupakan angka indek tanpa satuan. Nilai nisbi ini akan memberikan gambaran arsitektur dari pohon itu sendiri dan gambaran tingkat kerampingannya yang menjadikan pohon tetap tahan dan berdiri tegak. Nilai nisbi yang besar (lebih dari 100) akan memberikan indikasi bahwa pohon tersebut sangat ramping, yang menyebabkan pohon akan mudah patah karena penopangnya kecil.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-ran h/d dari kedua bahan tanaman yang tidak berbeda yaitu masing-masing sebesar 110. Dengan kondisi ini dapat dikatakan pohon-pohon dalam tegakan ini ramping. Hal ini dapat terjadi karena tegakan memiliki kerapatan yang cukup tinggi sehingga terjadi persaingan dalam memperoleh cahaya dan pohon saling berlomba untuk menjadi lebih tinggi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Tegakan memiliki kerapatan yang cukup tinggi. Pohon penyaing dalam tegakan memiliki diameter atau luas bidang dasar yang lebih besar dibandingkan dengan tegakan utama atau pohon meranti tembaga.
2. Tidak terdapat perbedaan yang nyata, baik pada pertumbuhan diameter maupun tinggi dari kedua bahan tanaman meranti. Namun, ada kecenderungan tanaman yang berasal dari stek pertumbuhannya lebih baik daripada cabutan.
3. Pohon-pohon meranti tembaga dalam tegakan yang rapat memiliki tingkat kerampingan yang tinggi yaitu 110, baik untuk bibit yang berasal dari cabutan maupun stek, sehingga pohon ini rentan terhadap tiupan angin karena batang yang menjadi penopangnya kecil.

B. Saran

Perlu dilakukan pembinaan tegakan dengan melakukan penjarangan terhadap pohon yang mengganggu tanaman utama sehingga persaingan akan menjadi lebih kecil. Dengan demikian diharapkan pohon utama dapat berkembang dengan lebih baik terutama untuk perkembangan pertumbuhan diameter sehingga pohon menjadi lebih kekar.

DAFTAR PUSTAKA

- Amidon, E.L, and G. S. Akin. 1968. Dinamic programming to determine optimum levels of growing stocks. For.Sci 14:287-291.
- Dinas Kehutanan Kalimantan Timur. 2003. Pedoman penilaian tanaman. Kegiatan Rehabilitasi hutan dan Lahan Kalimantan Timur. Dinas Kehutanan Kalimantan Timur, Samarinda.
- Boder, B.E. 1989. System of equations in forest stand modeling. For. Sci.26:633-642.
- Borders, B.E. and R. L. Bailey. 1986. A compatible system of growth and yield equations for slash pine fitted with restricted three-stage least squares. For. Sci. 32:185-201.
- Chappelle, D. E. and T. C. Nelson. 1964. Estimation of optimal stocking levels and rotation ages of loblolly pine. For. Sci. 10:471-502.

- Clutter, J. L. 1963. Compatible growth and yield models for loblolly pine. *For. Sci.* 9:354-371.
- Daniels, R.F., H. E. Burkhart, and M.R. Strub. 1979. Yield estimates for loblolly pine plantations. *J. For.* 77:581-583.
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling. *Soc. of Industrial and Applied Math. Philadelphia.*
- Efron, B. and G. Gong. 1983. A leisurely look at the bootstrap, the jackknife, and cross-validation. *American Stat.* 37:36-48
- Evans, J. 1982. *Plantation forestry in the tropics.* Clarendon Press- Oxford, New York.
- Loetsch, F. F. Zohrer, and K.E. Haller, 1973. *Forest Inventory Vol II. Forest Inventory Section. Federal Research Organization For Forest and Forest Products, Reinbeck. BLV. Verlagsgesellschaft Munchen, Bern, Wien.*
- Martin, G. L. and A.R. EK. 1984. A comparison of competition, measures and growth models for predicting plantation red pine diameter and height growth. *For Sci.* 30:731-743.
- Schmidt, F. H. and J. H. A. Ferguson. 1951. Rainfall type based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea. *Verhand 42. Direktorat Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.*
- Suyana A. 2003. Dampak penjarangan terhadap struktur dan riap tegakan di hutan produksi alami PT Inhutani I Labanan Kabupaten Berau (Tesis S2 Ilmu Kehutanan Universitas Mulawarman) Samarinda.
- Vanclay, J. 1994. *Modelling forest growth and yield, applications to mixed tropical forests.* CAB International, Oxon, UK.
- , 1995. Growth models for tropical forests: a synthesis of models and methods. *For. Sci.* 41:7-42.
- Rizal, A. 1987. Studi tentang pengaruh penjarangan terhadap pertumbuhan tegakan *Acacia mangium* Willd, pada periode 1983-1987 (Skripsi Fakultas Unmul) Samarinda.