Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. X No. 2 : 22-31 (2004) Artikel (Article)

PENENTUAN JUMLAH POHON CONTOH MINIMAL UNTUK PENYUSUNAN PERSAMAAN VOLUME MELALUI FUNGSI TAPER : STUDI KASUS PADA JENIS PINUS MERKUSII JUNGH ET DE VRIESE DI HUTAN PENDIDIKAN GUNUNG WALAT, SUKABUMI, JAWA BARAT

(Determining The Minimum Number Of Sample Trees For Constructing Volume Equation Through Taper Function : Case Study on Pinus merkusii Jungh et de Vriese in the Gunung Walat Education Forest, Sukabumi, West Java)

MUHDIN[1)] dan ARIF RAKHMAN HAKIM[2)]

ABSTRACT

The study departs from the fact that the most difficult activity in constructing tree volume table is measurement of diameter and length of section of standing sample trees. Besides, the number of sample trees to represent the population is also another problem. This study examines the construction of the volume equation through taper function by reducing the quantity of sample trees. Validation was also conducted for testing the accuracy of such volume equation. The study found that the best taper function was the third order polynomial model i.e., $d/D=f\{(h/H),(h/H)^2,(h/H)^3$. The volume equation, constructed using only three sample trees by such taper function ($V=0.3573337D^2H$), has almost the same good performance to equivalent the best model ($V=6.14\ 10^{-5}D^{1.8249}H^{1.0342}$), that was constructed using 30 sample tree.

Key words : taper function, tree volume equation, validation, accuracy, precision

PENDAHULUAN

Salah satu cara penaksiran volume batang pohon yang cukup praktis adalah dengan menggunakan tabel volume. Tabel volume adalah sebuah tabel yang digunakan untuk menentukan volume kayu pohon berdiri berdasarkan dimensi-dimensi penentu volume (biasanya diameter setinggi dada, tinggi pohon, dan/atau angka bentuk), yang dibuat menggunakan persamaan volume batang melalui analisis regresi. Untuk penyusunan persamaan volume menggunakan persamaan regresi tersebut diperlukan data dimensi pohon contoh yang disebut dengan pohon model. Pohon model diambil dari populasi

---

[1)] Staf pengajar dan Peneliti pada Laboratorium Biometrika Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Darmaga – Kotak Pos 168 Bogor 16001.

[2)] Mahasiswa Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB dengan memperhatikan keterwakilan dalam hal sebaran lokasi dan keragaman dimensi pohon dalam populasi tersebut. Loetsch et. al. (1973) menyarankan bahwa jumlah pohon model berkisar antara 50 dan 100 pohon atau lebih. Pohon model yang dipilih adalah pohon-pohon yang memiliki performansi bagus, sehat dan tumbuh normal. Mendapatkan data pohon model (terutama tinggi pohon dan diameter perseksi) pada pohon berdiri sangatlah sulit, kecuali pengukuran dilakukan pada pohon rebah saat sedang ada penebangan. Sengaja menebang 50-100 pohon contoh pada tegakan yang masih belum siap dipanen akan sangat merugikan.

Setiap jenis pohon dalam tegakan, akan memiliki pola pertumbuhan bentuk batang tertentu yang bisa berlainan antar jenisnya. Bahkan dapat pula bervariasi antar pohon yang sejenis. Pola bentuk batang tertentu akan memiliki faktor bentuk batang yang tertentu pula. Fungsi taper tertentu yang disusun dengan menggunakan satu atau lebih pohon contoh dalam kelompok tersebut, diduga dapat menggambarkan pola bentuk batang pohon lainnya dalam kelompok tersebut. Dengan mengintegrasikan fungsi taper tersebut dapat disusun persamaan volume yang dapat berlaku untuk semua pohon dalam kelompok yang memiliki pola bentuk batang tertentu tersebut. Sehingga melalui integrasi fungsi taper ini, diharapkan dengan jumlah pohon contoh yang relatif sedikit dapat diperoleh persamaan volume batang pohon yang memiliki akurasi tidak jauh berbeda dengan volume berdasarkan tabel volume yang disusun dengan menggunakan pohon contoh yang relatif lebih banyak.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan persamaan volume berdasarkan fungsi taper terbaik, ditinjau dari bias, ketelitian dan ketepatannya dalam menduga volume pohon yang sebenarnya, dengan jumlah pohon contoh minimal (dalam studi ini dicoba : 3,6, dan 9 pohon contoh).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pita ukur, tangga, tali tambang, golok, alat tulis, tally sheet, serta seperangkat komputer dan printer.

Bahan yang digunakan adalah tegakan tanaman Pinus merkusii Jungh et de Vriese yang berada di areal Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) Kabupaten Sukabumi Jawa Barat. Umur tanaman sekitar 45 tahun (tahun tanam 1958). Pengambilan contoh dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan sebaran diameter dan pohon-pohon yang memiliki performansi bagus, sehat dan tumbuh normal. Banyaknya pohon contoh adalah 49 pohon. Beberapa dimensi pohon yang diukur antara lain diameter setinggi dada (Dbh), diameter pangkal seksi, diameter ujung seksi, dan panjang seksi.

Diameter pangkal dan ujung seksi diukur dengan panjang seksi maksimal 0,5 m sampai batas diameter ujung 7 cm. Diameter dan volume yang dimaksud dalam penelitian ini adalah diameter dan volume kayu termasuk kulit (diameter and volume over bark). Volume pohon yang dianggap sebagai volume ”yang sebenarnya” ditentukan dengan menjumlahkan volume seksi; dan volume seksi dihitung dengan menggunakan rumus Smalian :

$$V = ((B_p + B_u)/2)L \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

di mana :
V = volume seksi ;
B_p , B_u = masing-masing luas bidang dasar pangkal dan ujung seksi
L = panjang seksi.

Penyusunan Fungsi Taper

Dengan menggunakan keseluruhan pohon contoh, dalam penelitian ini dicoba enam buah persamaan fungsi taper (Tabel 1), yang semua peubahnya menggunakan diameter relatif (d/D) dan tinggi relatif (h/H), di mana : d = diameter batang pada ketinggian h di atas permukaan tanah ; D = Dbh ; H = tinggi pohon sampai diameter 7 cm.

Tabel 1. Persamaan Fungsi Taper yang Digunakan

Persamaan Fungsi Taper	
$(d/D) = f(h/H)$	. . . . (2)
$(d/D) = f\{(h/H),(h/H)^2\}$	. . . . (3)
$(d/D) = f\{(h/H),(h/H)^2,(h/H)^3\}$	. . . . (4)
$(d/D)^2 = f(h/H)$	. . . . (5)
$(d/D)^2 = f\{(h/H),(h/H)^2\}$	. . . . (6)
$(d/D)^2 = f\{(h/H),(h/H)^2,(h/H)^3\}$	. . . . (7)

Pemilihan model terbaik didasarkan atas kriteria : (1) keberartian persamaan regresi melalui tabel sidik ragam; (2) koefisien determinasi terkoreksi (R^2_a); dan (3) simpangan baku regresi (S_e). Berdasarkan fungsi taper terbaik yang diperoleh, selanjutnya menyusun fungsi taper dengan menggunakan jumlah pohon contoh 3, 6, dan 9 untuk keseluruhan pohon contoh dan untuk setiap kelas tinggi. Pemilihan pohon contoh dilakukan secara purposive agar mewakili sebaran tinggi pohon pada setiap kelas tinggi. Pemilihan model terbaik selain berdasarkan ketiga kriteria di atas, juga berdasarkan nilai Predicted Residual Sum of Square atau PRESS (Draper dan Smith, 1992).

Penyusunan Persamaan Volume

Persamaan volume disusun dengan cara mengintegralkan fungsi taper yang diperoleh dengan h (ketinggian tempat diameter batang per seksi diukur) berkisar antara 0–H, yaitu :

$$V = \frac{1}{4}\pi \int_{h=0}^{H} d^2\, dh \qquad \text{. . . . . (8)}$$

Selain itu sebagai pembanding disusun pula persamaan volume :

$$V = aD^b \text{ . . . . (9)} \quad \text{dan}$$

$$V = aD^bH^c \text{ . . . . (10)}$$

dimana :
V = volume pohon (m³);
d = f(h, H, D); D dan H sama dengan sebelumnya ;
a, b, c = parameter regresi (konstanta).

Validasi Persamaan Volume

Tahap validasi dilakukan dengan menggunakan set data yang berbeda dengan saat tahap penyusunan persamaan volume tetapi pada populasi yang sama. Di dalam tahap validasi ini dilakukan perbandingan performansi setiap persamaan dalam hal : (1) Bias, yaitu simpangan atau kesalahan sistematis yang nilainya bisa positif atau negatif, yang mungkin terjadi oleh karena kesalahan dalam pengukuran, cara pemilihan contoh dan teknik dalam menduga parameter (Akça, 1995). Dalam studi ini besarnya bias digambarkan oleh rata-rata dari persen simpangan (MPE); (2) Ketelitian, digambarkan oleh simpangan baku (s) dari kesalahan dugaan volume yang menyatakan besarnya simpangan nilai-nilai pengamatan terhadap nilai rata-ratanya sendiri (Husch, et al., 1993); (3) Ketepatan, yang menggambarkan besarnya simpangan suatu nilai dugaan terhadap nilai yang sebenarnya (Husch, et al., 1993). Dalam studi ini ketepatan digambarkan oleh rata-rata dari persen simpangan absolut (MAPE). Persamaan volume memiliki performansi yang lebih baik apabila memiliki MPE, s, dan MAPE yang nilainya lebih kecil. Bias, s, dan MAPE diformulasikan sebagai berikut :

$$B = \sum_{i=1}^{n} P_i \Big/ n \qquad \text{..(11)}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} P_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} P_i\right)^2}{n}}{n-1}} \qquad \text{.............................(12)}$$

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} P^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} P_i \right)^2 \Big/ n}{n-1} \right]^{1/2}$$

Disederhanakan:

$$\text{MAPE} = \left(\sum_{i=1}^{n} |P_i| \right) \Big/ n \quad \text{........................(13)}$$

di mana :

P_i = (e_i/Va_i) x 100% ;

e_i = $Va_i - V_i$;

V_i = volume pohon ke-i yang diperoleh dengan cara penjumlahan volume perseksi (m^3) ;

Va_i = volume dugaan pohon ke-i ;

n = jumlah pohon contoh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dbh pohon-pohon contoh berkisar antara 27,4 dan 56,1 cm dengan rata-rata 41,3 cm. Tinggi pohon contoh sampai batas diameter pohon 7 cm berkisar antara 17 dan 31 m dengan rata-rata 22,7 cm. Sedangkan volume pohon contoh berkisar antara 0,766 dan 2,551 m³ dengan rata-rata 1,417 m³ (Tabel 2). Selanjutnya pohon-pohon contoh dikelompokkan ke dalam tiga kelas tinggi pohon, yaitu : 17–21 m sebanyak 20 pohon, 22–26 m sebanyak 24 pohon, dan 27–31 m sebanyak 5 pohon. Dari keseluruhan pohon contoh diperoleh angka bentuk buatan (artificial form factor) berkisar antara 0,254–0,853 dengan rata-rata 0,467. Statistik angka bentuk buatan pohon-pohon contoh per kelas tinggi pohon dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Beberapa Statistik Dimensi Pohon Contoh

Dimensi	Minimum	Maksimum	Rataan	Simpangan baku
Dbh (cm)	27,4	56,1	41,3	7,2
Tinggi Pohon (m)	17	31	22,7	3,0
Volume (m³)	0,766	2,551	1,417	0,543

Tabel 3. Statistik Angka Bentuk Buatan per Kelas Tinggi

Kelas Tinggi	Minimum	Maksimum	Rataan	Simpangan Baku	Jumlah Pohon Contoh
Total	0,254	0,853	0,467	0,088	49
17–21 m	0,294	0,556	0,459	0,058	20
22–26 m	0,254	0,853	0,479	0,113	24
27–31 m	0,379	0,479	0,441	0,038	5

Penyusunan Fungsi Taper

Dengan menggunakan keseluruhan data yang dimiliki (49 pohon contoh), dari keenam fungsi taper yang dicoba, semua persamaan memiliki nilai F_{hitung} sangat nyata, artinya pada tingkat keyakinan 99% peubah tinggi relatif berpengaruh terhadap peubah diameter relatif. Selain itu semua persamaan memiliki nilai koefisien determinasi lebih dari 90%, artinya lebih dari 90% keragaman diameter relatif dapat dijelaskan oleh tinggi relatif melalui masing-masing persamaan tersebut (Tabel 4). Berdasarkan nilai koefisien determinasi terkoreksi (R^2_a) terbesar (96,60%) dan simpangan baku regresi (s_e) terkecil (0,0463) maka ditetapkan fungsi taper terbaik adalah fungsi taper ke-3 yaitu regresi polinomial orde ketiga : $d/D = 1{,}08054 - 1{,}2603(h/H) + 1{,}17523(h/H)^2 - 0{,}82977(h/H)^3$.

Tabel 4. Statistik dari Setiap Fungsi Taper yang Dicoba

No	Persamaan	R^2_a	s_e	F_{hitung}
1	$d/D = 1{,}05307 - 0{,}837275(h/H)$	96,10%	0,0495	56.480,98**
2	$d/D = 1{,}04176 - 0{,}76786(h/H) - 0{,}06942(h/H)^2$	96,20%	0,0492	28.581,77**
3	$d/D = 1{,}08054 - 1{,}2603(h/H) + 1{,}17523(h/H)^2 - 0{,}82977(h/H)^3$	96,60%	0,0463	21.622,54**
4	$(d/D)^2 = 0{,}992926 - 1{,}05394(h/H)$	92,70%	0,0870	28.989,54**
5	$(d/D)^2 = 1{,}10769 - 1{,}7581(h/H) + 0{,}70416(h/H)^2$	95,60%	0,0676	24.764,85**
6	$(d/D)^2 = 1{,}15922 - 2{,}41236(h/H) + 2{,}3578(h/H)^2 - 1{,}10243(h/H)^3$	96,10%	0,0638	18.588,63**

** = sangat nyata

Selanjutnya dengan persamaan regresi polinomial orde ke-3 tersebut, fungsi taper disusun kembali menggunakan tiga macam jumlah pohon yang dicoba, yaitu 3, 6, dan 9 masing-masing pada kelas tinggi 17–21 m, kelas tinggi 22–26 m, dan umum (dari total data tanpa pengkelasan). Statistik dari setiap fungsi taper yang dihasilkan disajikan pada Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 5. Fungsi Taper Umum dengan 3, 6, dan 9 Pohon Contoh

No	n	Persamaan	R^2_a	s_e	PRESS	F_{hitung}
1	3	$d/D = 1,10705 - 1,43435 (h/H) + 1,4118 (h/H)^2 - 0,9356 (h/H)^3$	99,00%	0,0260	0,0630	2848,2**
2	6	$d/D = 1,08713 - 1,3485 (h/H) + 1,3989 (h/H)^2 - 0,9722 (h/H)^3$	95,40%	0,0537	0,8554	2035,76**
3	9	$d/D = 1,08106 - 1,32480 (h/H) + 1,2707 (h/H)^2 - 0,86467 (h/H)^3$	97,50%	0,0395	0,6909	5768,5**

** = sangat nyata

Tabel 6. Fungsi Taper Kelas Tinggi 17–21 m dengan 3, 6, dan 9 Pohon Contoh

No	N	Persamaan	R^2_a	s_e	PRESS	F_{hitung}
1	3	$d/D = 1,07210 - 1,1590 (h/H) + 0,9833 (h/H)^2 - 0,7196 (h/H)^3$	97,60%	0,0390	0,1870	1580,75**
2	6	$d/D = 1,09089 - 1,21665 (h/H) + 0,8132 (h/H)^2 - 0,5111 (h/H)^3$	97,40%	0,0417	0,4191	2998,03**
3	9	$d/D = 1,09244 - 1,27603 (h/H) + 1,1649 (h/H)^2 - 0,8164 (h/H)^3$	97,10%	0,0438	0,7094	4040,43**

** = sangat nyata

Tabel 7. Fungsi Taper Kelas Tinggi 22–26 m dengan 3, 6, dan 9 Pohon Contoh

No	N	Persamaan	R^2_a	s_e	PRESS	F_{hitung}
1	3	$d/D = 1,06634 - 1,25831 (h/H) + 1,0853 (h/H)^2 - 0,73755 (h/H)^3$	99,30%	0,0203	0,0650	7502,6**
2	6	$d/D = 1,07294 - 1,20876 (h/H) + 1,2252 (h/H)^2 - 0,9429 (h/H)^3$	96,30%	0,0486	0,7162	2598,71**
3	9	$d/D = 1,07551 - 1,31014 (h/H) + 1,3038 (h/H)^2 - 0,91394 (h/H)^3$	97,70%	0,0381	0,6549	6244,05**

** = sangat nyata

Pada Tabel 5, 6, dan Tabel 7, terlihat bahwa semua fungsi taper memiliki nilai F_{hitung} sangat nyata, artinya pada tingkat keyakinan 99% peubah tinggi relatif berpengaruh terhadap peubah diameter relatif. Selain itu semua persamaan memiliki nilai koefisien determinasi lebih dari 95%, artinya lebih dari 95% keragaman diameter relatif dapat dijelaskan oleh tinggi relatif melalui masing-masing persamaan tersebut. Pada masing-masing kelas tinggi 17–21 m, kelas tinggi 22–26 m, dan tanpa pengkelasan, fungsi taper dengan 3 pohon contoh memiliki performansi yang relatif lebih baik karena memiliki koefisien determinasi terbesar, serta simpangan baku regresi dan nilai PRESS terkecil. Selanjutnya ketiga fungsi taper yang disusun dengan menggunakan 3 pohon contoh tersebut digunakan untuk menyusun persamaan volume yang akan dianalisis lebih lanjut.

Penyusunan Persamaan Volume

Persamaan volume yang diperoleh dengan cara mengintegralkan fungsi taper terbaik dengan h berkisar antara 0–H, disajikan pada Tabel 8. Sedangkan persamaan volume yang diperoleh dengan prosedur yang biasa digunakan dalam penyusunan tabel volume (tabel volume lokal dan tabel volume baku dengan menggunakan sebanyak 30 pohon contoh), disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. Persamaan Volume Berdasarkan Fungsi Taper Terbaik

No	Kelas Tinggi	Persamaan Volume	
1	Umum	$V = 0{,}3573337D^2H$	. . . . (13)
2	17–21 m	$V = 0{,}3665357D^2H$	. . . . (14)
3	22–26 m	$V = 0{,}3424479D^2H$	. . . . (15)

Tabel 9. Persamaan Volume Untuk Tabel Volume

No	Persamaan Volume		R^2_a	s_e	PRESS	F_{hitung}
1	$V = 0{,}0008622\ D^{1{,}9875}$	. . . . . (16)	80,8%	0,0777	0,1915	122,67**
2	$V = 0{,}0000614\ D^{1{,}8249}\ H^{1{,}0342}$	. . . . . (17)	91,6%	0,0512	0,0871	159,99**

** = sangat nyata

Dari Tabel 9 terlihat bahwa persamaan (16) maupun (17) memiliki nilai F_{hitung} sangat nyata, artinya bahwa pada tingkat keyakinan 99% peubah volume batang dipengaruhi oleh peubah bebas pada masing-masing persamaan tersebut. Persamaan 16 yang hanya menggunakan satu peubah bebas (Dbh) memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 80,80%. Penambahan satu peubah bebas lagi (tinggi pohon), seperti yang terlihat pada persamaan 17 meningkatkan koefisien determinasi menjadi 91,6%. Persamaan 17 memiliki performansi yang relatif lebih baik karena selain memiliki koefisien determinasi terbesar, juga memiliki simpangan baku regresi dan nilai PRESS terkecil.

Validasi Persamaan Volume

Validasi lima persamaan volume (persamaan 13 - 17) dilakukan menggunakan keseluruhan data yang ada (dari 49 pohon contoh). Nilai bias (MPE), simpangan baku persen kesalahan (s), dan MAPE untuk setiap persamaan volume yang diperoleh, disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Bias (MPE), Simpangan Baku (s), dan MAPE untuk Setiap Persamaan Volume

No. Persamaan	Persamaan Volume	MPE (%)	s (%)	MAPE (%)
13	$V = 0{,}3573337D^2H$	0,705	18,106	10,480
14	$V = 0{,}3665357D^2H$	3,298	18,573	11,122
15	$V = 0{,}3424479D^2H$	–3,490	17,352	10,668
16	$V = 0{,}0008622\ D^{1{,}9875}$	3,076	22,904	16,929
17	$V = 0{,}0000614\ D^{1{,}8249}\ H^{1{,}0342}$	0,481	16,929	9,872

Persamaan (17) menunjukkan performansi yang terbaik dalam pendugaan volume batang pohon pinus di HPGW, karena memiliki nilai bias, simpangan baku dan MAPE yang paling kecil dibanding persamaan volume lainnya. Terbaik berikutnya adalah persamaan (13), kemudian berturut-turut persamaan (15), persamaan (14), dan terakhir persamaan (16). Persamaan (16) adalah persamaan volume dengan menggunakan 30 pohon contoh namun menggunakan sebuah peubah penduga (Dbh). Sedangkan persamaan (13), (14), dan (15) adalah persamaan volume (dengan peubah penduga Dbh dan H) yang diperoleh melalui integrasi fungsi taper dengan menggunakan sebanyak 3 pohon contoh saja, namun masih menunjukkan performansi yang lebih baik dibanding persamaan (16). Persamaan (13) adalah persamaan volume dengan 3 pohon contoh yang memiliki akurasi yang paling mendekati persamaan (17) sebagai persamaan terbaik. Hal itu ditunjukkan oleh kedekatan dari masing-masing nilai bias, simpangan baku dan MAPE pada kedua persamaan volume tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Fungsi taper terbaik yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah model polinomial orde ketiga $[(d/D) = f\{(h/H),(h/H)^2,(h/H)^3\}]$.
2. Persamaan volume : $V = aD^bH^c$ menggunakan 30 pohon contoh, merupakan model terbaik dari 5 model yang diuji dalam penelitian ini, sedangkan persamaan volume : $V = aD^b$ memberikan akurasi dugaan volume yang paling rendah.
3. Persamaan volume dengan menggunakan 3 pohon contoh (yang mewakili sebaran tinggi pohon dalam populasi) yang disusun melalui integrasi fungsi taper model polinomial orde ketiga, memiliki akurasi yang mendekati akurasi dari persamaan volume terbaik dalam penelitian ini.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut di HPGW untuk melihat sejauh mana akurasi persamaan volume melalui integrasi fungsi taper dengan menggunakan 3 pohon contoh (pohon model) dalam menduga volume pohon pinus lainnya yang memiliki pola bentuk batang yang berbeda dengan pohon model.
2. Perlu dicoba penelitian semacam ini terhadap pohon jenis lain terutama pohon dengan pola bentuk batang tidak teratur (deliquescent) atau pohon berdaun lebar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada : (1) Manajer HPGW yang telah memberi izin dan memfasilitasi kegiatan pengukuran/pengambilan data di lapangan; (2) Ruhyat Hardansyah, S.Hut. yang telah membantu dalam pengukuran/pengambilan data di lapangan; (3) Prof. Dr. Ir. H. Endang Suhendang, M.S. atas komentar dan masukannya yang berharga untuk perbaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akça, A. 1995. Forest Inventory. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Universität Göttingen. (unpublished).

Draper, N. R. and H. Smith. 1992. Analisis Regresi Terapan. Edisi 2 (Terjemahan). Gramedia. Jakarta.

Husch, B., C.I. Miller and T.W. Beer. 1993. Forest Mensuration. Reprint Edition. Krieger Publishing Co. Malabar, Florida.

Loetsch, F., F. Zöhrer and K.E. Haller. 1973. Forest Inventory. Volume II. BLV Verlagsgesellschaft. München.

Diterima : 16-09-2004
Disetujui : 14-12-2004