

## RIAP DAN DUGAAN VOLUME TEGAKAN AMPUPU (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) DI KAWASAN HUTAN WOLOLOBO, BAJAWA FLORES

*The Increment and Volume Estimation of Eucalypt Stand  
at Wololobo Forest Area, Bajawa Flores*

**I Wayan Widhana Susila<sup>1)</sup> dan/and Darwo<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu  
Jl. Dharma Bhakti No. 7, Po Box 1054, Ds. Langko, Kecamatan Lingsar,  
Lombok Barat 83371, Nusa Tenggara Barat, Indonesia  
Telp. (0370) 6573874, Fax. (0370) 6573841

Email: bpkmataram@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan  
Kampus Badan Litbang dan Inovasi, Jl. Gunung Batu No. 5, Kotak Pos 165 Bogor 16118  
Telp. 0251-8633234; Fax. 0251-8638111

Tanggal diterima: 28 April 2014; Tanggal direvisi: 10 Juli 2015; Tanggal disetujui: 23 Juli 2015

### ABSTRACT

*Eucalypt* (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) is one of excellent timber product for Ngada District. The wood product can be used as building material. However, quantitative information of its stand is limited. The aim of this research was to obtain information of stand growth and estimation model of eucalypt tree volume. The increment data were collected through the observation of 50 x 50 m permanent sample plot and the selection of 52 sample trees for tree volume estimation. The growth of eucalypt stand on age 21 years were 1.2 cm year<sup>-1</sup> for diameter increment, 0.8 m year<sup>-1</sup> for tree height increment, and 3.51 m<sup>3</sup> hectare<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> for volume increment. The form factor of stem (f) was 0.40. The volume estimation model on crown base height was  $V_{pt} = 0.00004 D^{2.661}$ , with standard error 6.33%, R square 96.1%, where D (cm) is diameter at breast height.

**Kata kunci :** *Eucalypt*, estimation model, Ngada, crown base

### ABTRAK

Ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) merupakan salah satu produk kayu unggulan di Kabupaten Ngada, yang dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Akan tetapi, Informasi kuantitatif tegakan ampupu di Ngada masih relatif kurang. Penelitian bertujuan untuk memperoleh informasi riap tegakan dan model penduga volume pohon ampupu. Data riap dikumpulkan melalui pengamatan petak ukur permanen 50 x 50 m selama dua tahun dan pemilihan 52 pohon contoh untuk pengamatan volume pohon di kawasan Hutan Wololobo, Bajawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa riap tegakan ampupu pada umur 21 tahun adalah riap diameter 1,2 cm/tahun, riap tinggi 0,8 m/tahun, dan riap volume tegakan 3,51 m<sup>3</sup>/ha/tahun; angka bentuk batang rata-rata (f) adalah 0,40; dan model penduga volume pohon sampai tinggi pangkal tajuk adalah  $V_{pt} = 0,00004 D^{2,661}$ , dengan kesalahan baku 6,33%, R square 96,1%, dimana D (cm) adalah diameter pohon setinggi dada.

**Kata kunci :** Ampupu, model penduga, ggada, pangkal tajuk

## I. PENDAHULUAN

Ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) merupakan salah satu komoditi unggulan di Kabupaten Ngada karena keberadaannya sangat potensial dan menyebar hampir di seluruh kawasan hutan di Kabupaten Ngada. Bahkan jenis ini ditanam dan tersebar hampir di seluruh kawasan hutan daratan Flores. Keberhasilan tanaman ampupu merupakan hasil reboisasi oleh Dinas Kehutanan Provinsi Nusa Tenggara Timur

dan Dinas Kabupaten Ngada pada tahun tanam 1980-an. Kayu ampupu dimanfaatkan oleh masyarakat Flores sebagai kayu pertukangan terutama untuk bahan bangunan (kusen, jendela, bahan kon-truksi, dan lain-lain).

Tegakan ampupu yang tumbuh pada kawasan hutan produksi di Kabupaten Ngada perlu dikelola dengan manajemen yang baik agar perkembangan pertumbuhan tegakannya optimal. Dalam mengelola hutan tersebut diperlukan berbagai informasi/data. Selama ini informasi me-

ngenai hutan tanaman yang tersedia adalah informasi yang bersifat kualitatif, sedangkan data kuantitatifnya belum banyak diketahui, padahal informasi yang bersifat kuantitatif seperti data pertumbuhan dan potensi tegakan sangat diperlukan. Berdasarkan informasi pertumbuhan dapat diketahui mengenai daur, pola tanam, potensi/kubikasi tegakan, pengaturan hasil dan lain-lain.

Pertumbuhan dan hasil tegakan merupakan informasi sangat penting untuk keberhasilan pengelolaan hutan, karena tingkat penguasaan informasi tersebut sangat menentukan penyusunan rencana pengelolaan yang merupakan titik tolak tingkat perolehan hasil dan pencapaian azas kelestarian (Harbagung, 2003). Pemanenan yang melebihi kapasitas pertumbuhan akan menyebabkan tidak tercapainya azas kelestarian. Sebaliknya apabila intensitas pemanenan terlampaui rendah berarti pemanfaatan sumberdaya hutan tidak optimal dan mengurangi pendapatan usaha. Data pertumbuhan dan hasil tegakan yang diperoleh setiap tahun secara berulang, dapat disusun model pertumbuhan tegakan. Model ini dalam pengelolaan hutan dapat digunakan untuk menilai produktivitas hutan dan memprediksi hasil kayu pada masa datang, serta untuk menguji beberapa pilihan teknik silvikultur dan pemanenan, untuk menetapkan panen lestari, dan menguji dampak pengelolaan hutan terhadap nilai hutannya (Vanclay, 1994; Gardingen & Philips, 1999).

Data potensi tegakan pada umumnya diperoleh dari hasil kegiatan inventarisasi, dimana dalam inventarisasi tersebut massa tegakan ditaksir melalui pendugaan volume setiap pohon penyusun tegakan yang bersangkutan. Beragamnya keadaan tegakan menurut tempat tumbuh dan lingkungannya menyebabkan bentuk batang pohon ( $\text{angka bentuk} = f$ ) bervariasi dari suatu kondisi tempat tumbuh dengan kondisi tempat tumbuh yang berbeda. Padahal selama ini, jenis pohon yang belum diketahui angka bentuk batangnya selalu menggunakan besaran angka bentuk umum ( $F$ ) = 0,7 untuk menaksir volume pohon berdiri. Banyak hasil penelitian mengenai besaran angka bentuk pohon untuk jenis-jenis pohon tertentu berkisar antara 0,50–0,60, sehingga menyebabkan bias dugaan cukup tinggi (*overestimate*) antara 16–25% (Siswanto & Suyat, 2006). Sehubungan dengan itu, cara penaksiran volume pohon secara seragam dengan menggunakan perangkat penduga volume pohon yang menggunakan satu macam angka bentuk batang sebaiknya dihindarkan karena hal tersebut merupakan sumber kesalahan hasil taksiran.

Sampai saat ini perangkat penduga volume pohon jenis ampupu di Flores belum tersedia, sedangkan dalam kebijaksanaan *ecolabelling* tercantum keharusan bahwa komponen tersedianya tabel volume pohon merupakan salah satu dasar penilaian kinerja kegiatan pengelolaan hutan secara lestari (Bustomi *et al.*, 1998). Tabel volume pohon dibedakan menjadi dua macam, yaitu tabel volume pohon lokal (tarif volume pohon) yang berdasarkan satu kunci pembacaan (diameter atau tinggi saja) dan tabel volume standar yang didasarkan beberapa peubah (Dirjen Kehutanan, 1976 dalam Harbagung *et al.*, 2007). Oleh karena itu, dalam setiap kegiatan inventarisasi hutan mutlak dituntut tersedianya perangkat pendugaan volume pohon.

Sehubungan dengan itu, informasi dan hasil penelitian ini disusun dalam rangka mengantisipasi permasalahan tersebut di atas. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh perangkat pertumbuhan yang diperlukan riap dan model pendugaan volume pohon berdiri ampupu sampai tinggi pohon pangkal tajuk dan informasi riap tegakan ampupu di Kawasan Hutan Wolo-lobo Bajawa Flores.

## II. METODOLOGI

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengukuran pertama penelitian riap tegakan ampupu pada bulan Juni tahun 2003 dan berulang pada bulan yang sama tahun 2004. Sementara, penelitian pendugaan volume pohon ampupu dilakukan bersamaan dengan kegiatan pengukuran pertama riap tegakan 2003. Lokasi penelitian terletak di Kawasan Hutan Wolobobo, Register Tanah Kehutanan (RTK) 30, Kecamatan Bajawa, Kabupaten Ngada. Status kawasan sebagai kawasan hutan produksi seluas 1.056,53 ha. Jenis tanah didominasi oleh jenis tanah mediteran (51,44%), tanah Laktosol (22,97%), tanah litosol (19,91%) dan tanah alluvial (5,6%) (Anonim, 2003). Topografi datar sampai bergelombang, ketinggian dari permukaan laut  $\pm$  1.140 m. Tegakan ditanam tahun 1983 dengan jarak tanam 3 x 2 m dan kerapatan tegakan saat ini 236 pohon/ha.

### B. Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah tegakan hutan tanaman ampupu tahun tanam 1983, cat dan kuas, tangga, kompas, meteran, galah, haga, dan *tally-sheet*.

### C. Metode Penelitian

#### 1. Pengamatan riap tegakan ampupu

Pengamatan Riap tegakan ampupu diawali dengan pembuatan petak ukur permanen (PUP), plot diambil secara *purposive sampling*. Tatacara pembuatannya mengacu pada tatacara pemilihan dan pembuatan PUP untuk hutan tanaman (Harbagung & Wahyono, 1994). Prosedur pembuatan PUP dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

- Pembersihan (pembabadian) tumbuhan bawah di areal PUP.
- PUP dibuat dalam bentuk bujur sangkar dengan ukuran jarak datar 70 x 70 m.
- Di tengah PUP dibuat petak pengamatan berukuran 50 x 50 m, dan terbagi lagi menjadi plot-plot ukuran 10 x 10 m berjumlah 25 plot (Gambar 1).
- Semua pohon yang berada di dalam plot *dipolet* (ditandai) dan diberi nomor. Penomoran dilakukan secara berurutan dimulai dari pohon-pohon yang terletak pada plot ke-1 kemudian diakhiri pada plot ke-25.
- Parameter yang diukur adalah diameter pohon setinggi dada (1,30 m) dan tinggi pohon total pada setiap individu pohon di dalam plot pada PUP.

1	10	11	20	21
2	9	12	19	22
3	8	13	18	23
4	7	14	17	24
5	6	15	16	25

Sumber (Source): Susila (2003)

Gambar (Figure) 1. Petak Ukur Permanen  
(Permanent sample plots)

#### 2. Pendugaan volume pohon

Jumlah pohon yang digunakan sebagai sampel (pohon contoh) untuk penelitian pendugaan volume pohon ampupu sebanyak 52 pohon. Pohon-pohon contoh tersebut tersebar dan mewakili kondisi tegakan ampupu di kawasan Hutan Wololobo. Parameter yang diukur terhadap pohon contoh adalah diameter batang setinggi dada (dbh), tinggi pohon sampai pangkal tajuk (Tpt) dan keliling batang perseksi setiap panjang 1 m. Pengukuran keliling batang perseksi dilakukan melalui pemanjatan pohon sampai setinggi pangkal tajuk pohon. Seksi pertama diukur pada diameter pohon setinggi 30 cm dari permukaan tanah kemudian batang pohon dibagi menjadi seksi-seksi sepanjang 1 m.

Hasil pengukuran parameter pohon-pohon contoh ini, sebagian digunakan untuk penyusunan model pendugaan volume pohon dan sebagian lagi untuk uji validasi model. Sebaran kelas diameter dan jumlah individu pohon untuk penyusunan model dan uji validasi model, disajikan pada Tabel 1. Data parameter satu individu pohon contoh dibuang (pencilan), karena ukuran diameter batang (dbh) > 40 cm.

### D. Analisis Data

#### 1. Riap tegakan

Riap tegakan ampupu dihitung berdasarkan informasi riap rata-rata tahunan (*mean Annual Increment – MAI*) dan riap tahun berjalan (*current annual increment – CAI*), yang dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$MAI = \frac{Y_t}{t}$$

Keterangan (Remarks):  $Y_t$  = diameter (cm) atau tinggi pohon (m) pada umur ke-t,  
 $t$  = umur (tahun).

Tabel (Table) 1. Sebaran diameter pohon contoh untuk penyusunan model dan validasi model  
(Distribution of sample tree diameter for model preparation and validation)

Kelas diameter (Classes of diameter) (cm)	Jumlah pohon (Number of tree)	
	Penyusunan model (Model preparation)	Validasi model (Model validation)
10 – 15	4	1
15 – 20	11	3
20 – 25	4	11
25 – 30	9	5
30 – 35	3	-
Jumlah	31	20

Sumber (Source): Diolah dari data lapang (Compiled and analyzed from field data)

$$CAI = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{T}$$

Keterangan (*Remarks*):  $Y_t$  = diameter (cm) atau tinggi pohon (m) saat pengamatan,  
 $Y_{t-1}$  = diameter (cm) atau tinggi pohon (m) sebelumnya,  
 $T$  = jarak waktu pengukuran (bulan).

## 2. Pendugaan volume pohon

Volume pohon merupakan jumlah volume setiap seksi dari pohon yang bersangkutan, Volume setiap seksi dihitung dengan rumus Smallian (Prodan, 1965):

$$V_s = \frac{B + b}{2} \times L$$

Keterangan (*Remarks*):  $V_s$  = volume seksi batang,  
 $B$  = luas bidang dasar pangkal seksi  
 $b$  = luas bidang dasar ujung seksi, dan  
 $L$  = panjang seksi.

Angka bentuk batang ( $f$ ) dihitung sebagai perbandingan antara isi kayu melalui perhitungan volume per seksi dengan isi silinder yang mempunyai dbh dan tinggi pohon yang sama. Pengujian hipotesa angka bentuk batang dengan 0,70 dilakukan dengan uji t sebagai berikut (Irianto, 2006):

$$H_0 : F = 0,70 \text{ lawan } H_1 : F > 0,70$$

$$T_{hit} = \frac{f - F}{Sf} \text{ derajat bebas } (n-1)$$

Keterangan (*Remarks*):  $F$  = angka bentuk batang hipotetik,  
 $f$  = rata-rata dari angka bentuk pohon,  
 $Sf$  = kesalahan baku angka bentuk batang.

Model pendugaan volume pohon disusun dengan analisis regresi. Hubungan antara volume dengan diameter dan tinggi diasumsikan mempunyai hubungan yang linear dan non linear sehingga dalam hal ini model penduga volume ampupu adalah fungsi dari  $\tilde{V}_{pt} = f(D, T_{pt})$ ,

Keterangan (*Remarks*):  $\tilde{V}_{pt}$  = volume batang pohon sampai tinggi pohon pada pangkal tajuk ( $m^3$ ),  
 $D$  = diameter setinggi dada (cm),  
 $T_{pt}$  = tinggi pohon pada pangkal tajuk (m) (Qirom & Supriyadi, 2013).

Model regresi yang diuji adalah model linear, *power*, logaritma, kuadratik dan eksponensial dengan melihat kesalahan baku, koefisien determinasi (Elcom, 2010) dan kesederhanaan model. Model-model regresi yang dicobakan dapat dinotasikan sebagai berikut (Simon, 2009 dan *Curve Expert 1.3*):

- Model linear/garis lurus :  $\tilde{V} = a + b D$
- Model *power*/geometrik :  $\tilde{V} = a D^b$
- Model *eksponensial* :  $\tilde{V} = a e^{bD}$
- Model Logaritma :  $\tilde{V} = \text{Log } a + b \text{ log } D$
- Model linear :  $\tilde{V} = a + b D + c T$  (dua peubah)
- Model *power* :  $\tilde{V} = a D^b T^c$  (dua peubah)

Keterangan (*Remarks*):  $\tilde{V}$  = dugaan volume pohon,  
 $D$  = diameter batang (dbh),  
Tinggi pohon,  $a, b$ , dan  $c$  adalah konstanta, dan  $e = 2,7183$ .

Ukuran kesaksamaan model volume didasarkan pada pertimbangan kecilnya persen simpangan baku (SE), simpangan agregatif (SA) dan simpangan rata-rata (SR). SE, SA dan SR dihitung dalam bentuk rumus sebagai berikut (Husch, 1963; Subedi & Sharma, 2012).

$$SE = (\text{antilog MSE} - 1) \times 100\%$$

$$SA = (\sum VA - \sum V) / \sum VA \times 100\%$$

$$SR = \sum (|VA - V| / VA) / N \times 100\%$$

Keterangan (*Remarks*): MSE = rata-rata kuadrat galat,  
 $V_A$  = volume aktual,  
 $V$  = volume dugaan (menurut persamaan), dan  $N$  adalah jumlah pohon sampel.

Dalam menyusun model persamaan regresi yang menggunakan satu peubah diperkenankan simpangan baku maksimal 25%, sedangkan apabila menggunakan dua peubah diperkenankan SE maksimal 20% (Prodan, 1965). Menurut Marcelino (1966) dalam Siswanto & Suyat (2004), menyatakan bahwa tingkat ketelitian model persamaan regresi dapat dilihat dari nilai SA dan SR yang lebih rendah dari 1% dan 10%). Signifikansi model dari parameter dugaan adalah  $P < 0,05$  (Suchomel *et al.*, 2012).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Riap Tegakan Ampupu

Perkembangan pertumbuhan tegakan ampupu selama pengukuran disajikan pada Tabel 2. Pada tabel tersebut terlihat bahwa perkembangan riap tahunan rata-rata (MAI) tegakan ampupu sampai umur 21 tahun adalah 1,2 cm/tahun dan riap tinggi pohon 0,8 m/tahun. Riap tahun berjalan

(CAI) dari umur 20 tahun ke umur 21 tahun sebesar 1,6 cm/tahun untuk CAI diameter. CAI diameter dan tinggi pohon lebih besar daripada MAI, hal ini terjadi kemungkinan antara CAI dan MAI belum terjadi perpotongan. Ketiggian tempat (*altitude*) pada lokasi ini, kemungkinan cocok untuk pertumbuhan ampupu karena habitat alam ampupu di kawasan Hutan Mutis Timau Timor, Nusa Tenggara Timur, rata-rata tumbuh di atas ketinggian 1.000 m di atas permukaan laut. Namun demikian, jika dibandingkan dengan tegakan ampupu di Pujon, Jawa Timur, pada umur 21 tahun dan jarak tanam yang sama mempunyai riap tegakan yang lebih tinggi yaitu riap tahunan rata-rata diameter adalah 1,8 cm dan tinggi pohon 1,4 m (Harbagung, 1991). Menurut Clutter *et al.* (1983), pertumbuhan jenis tanaman dipengaruhi oleh empat faktor yaitu umur tegakan, kualitas tapak, kerapatan tegakan dan tindakan silvikultur. Dalam hal ini, yang berpengaruh terhadap perbedaan pertumbuhan riap tegakan adalah diduga karena perbedaan kualitas tapak seperti tingkat kesuburan tanah dan *altitude*, dan tindakan silvikultur seperti sistem pemeliharaan tegakan. Alrasjid (1991) menyatakan bahwa faktor kualitas lahan yang berperan dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah kandungan humus, kandungan unsur nitrogen, altitude, drainase tanah, solum tanah, curah hujan, jumlah musim (hujan-kemarau) per tahun dan faktor tekstur tanah. Lebih lanjut dinyatakan juga oleh Tisdale *et al.* (1986) dalam Riyanto & Tjakrawarsa (2014) tentang pengaruh tapak dalam kaitannya dengan kandungan unsur-unsur hara terutama ketersediaan nitrogen yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kondisi tapak tegakan ampupu lokasi penelitian pada umumnya

didominasi oleh jenis tanah mediteran (51,44%), laktosol (22,97%), dan litosol (19,91%) dan tanah alluvial (5,6%); seba-gian besar relatif peka terhadap erosi (Anonim, 2003).

Hasil analisis menunjukkan bahwa riap volume tegakan ampupu sampai umur 21 tahun adalah 3,51 me/ha/tahun dan dengan kerapatan tegakan 236 pohon/ha (Tabel 2). Kondisi riap tegakan di kawasan Hutan Wololobo, Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur relatif rendah, padahal jenis ampupu yang dikembangkan di Hutan Tanaman Industri di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara, riap volume tegakan 31,17 m<sup>3</sup>/ha/tahun dengan daur tebang 8 tahun (Darwo *et al.*, 2012). Menurut Badan Libang kehutanan (2009), riap volume tegakan untuk jenis berdaur pendek (s/d umur 10 tahun) adalah 25–45 m<sup>3</sup>/ha/tahun, daur menengah (s/d 30 tahun) adalah 15–30 m<sup>3</sup>/ha/tahun, dan berdaur panjang (s/d 50 tahun) adalah 15 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Di Australia, tercatat produksi kayu ampupu yang berasal dari biji biasa sebesar 20–30 m<sup>3</sup>/ha/th, hasil uji provenan 50 m<sup>3</sup>/ha/th, hibrid antara *E. urophylla* x *Eucalyptus grandis* 70–100 m<sup>3</sup>/ha/th yang dipanen pada umur 10 tahun (Turnbull & Broker, 1978).

## B. Angka Bentuk Batang

Angka bentuk batang ampupu (f) dihitung sebagai perbandingan antara isi kayu melalui perhitungan volume per seksi dengan isi silinder yang mempunyai diameter batang setinggi dada (1,30 m) dan tinggi pohon sampai pangkal tajuk. Nilai rata-rata angka bentuk batang pohon ampupu adalah  $f = 0,40$ . Sebagian besar pohon model mempunyai angka bentuk antara 0,36–0,45 (Tabel 3).

Tabel (Table) 2. Perkembangan riap tegakan ampupu di kawasan Hutan Wololobo, Bajawa (*The trend of ampupu stand increment at Wololobo Forest area, Bajawa*)

Parameter	Riap tahunan rata-rata ( <i>Mean annual increment</i> ) (cm/tahun, m/tahun, m <sup>3</sup> /ha/tahun)				Tahun berjalan ( <i>Current annual</i> )***
	Pengukuran* ( <i>Measurement</i> ) I		Pengukuran** ( <i>Measurement</i> ) II		
Diameter (cm)	22,8 ± 4,6	1,14 ± 0,23	24,4 ± 3,9	1,18 ± 0,18	1,6
Tinggi pohon (m)	14,6 ± 3,1	0,74 ± 0,16	16,2 ± 3,08	0,78 ± 0,18	1,6
Volume (m <sup>3</sup> /ha)	58,45 ± 24,03	2,92 ± 1,20	73,66 ± 26,42	3,51 ± 1,29	0,59

Keterangan (*Remarks*):

\* & \*\* = Pengukuran I umur 20 dan II umur 21 tahun (*The first and second measurement of age 20 years and 21 years*)

\*\*\* = Jarak waktu antara pengukuran I dan II selama 12 bulan (*The time distance between first and second measurement was 12 months*)

Tabel (Table) 3. Sebaran frekuensi angka bentuk batang pohon ampupu (*Distribution of frequency of stem form factor of ampupu trees*)

Angka bentuk (Form factor)	Nilai tengah (Mean)	Frekuensi (Frequency)	Persentase (Percentage) (%)
0,26–0,35	0,30	13	25,00
0,36–0,45	0,40	28	53,85
0,46–0,55	0,50	10	19,23
0,56–0,65	0,60	1	1,92
Jumlah		52	100,00

Sumber (Source): Diolah dari data lapang (*Compiled and analyzed from field data*)

Berdasarkan sebaran nilai angka bentuk seperti Tabel 3, maka dapat ditentukan simpangan bakunya yaitu 0,0637. Melalui uji t, maka diperoleh t-hitung-nya adalah 33,7894, yang lebih besar daripada t-tabel dengan tingkat kepercayaan 95 % ( $t_{0,025;50}$ ) yaitu 2,0086 (Wibisono, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa angka bentuk pohon ampupu tidak bisa menggunakan 0,7 dan angka bentuk pohon yang tepat adalah 0,4. Jika menggunakan angka bentuk 0,70 untuk menduga volume pohon ampupu berdiri sampai tinggi pohon di bawah pangkal tajuk menghasilkan dugaan yang *overestimate* (lebih dari volume kayu dengan menggunakan  $f=0,40$ ) sebesar 75,0 %.

### C. Pendugaan Volume Pohon

Model-model regresi yang dicobakan untuk menduga volume pohon ampupu yaitu model linear, logaritmik, kuadratik, *power* dan eksponen. Model regresi terbaik dipilih berdasarkan tingkat ketelitian/ketepatan dan kesederhanaan model. Tingkat ketelitian model dicirikan oleh rendahnya nilai kesalahan baku (SE) dan tingginya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). Model-model dugaan yang diperoleh dan diagram pencar hubungan

volume dengan diameter pohon disajikan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa semua model mempunyai kesalahan baku sesuai dengan persyaratan yang diperkenankan. Menurut Prodan (1965) dalam Hardjana (2013), dalam menyusun model berdasarkan persamaan regresi yang menggunakan satu peubah diperkenankan kesalahan baku (SE) maksimal 25%, sedangkan apabila menggunakan dua peubah diperkenankan kesalahan baku maksimal 20%. Semua model mempunyai koefisien determinasi relatif tinggi, yaitu rata-rata lebih dari 80% dan faktor-faktor yang berpengaruh sangat signifikan dengan selang kepercayaan lebih dari 99%. Berdasarkan nilai SE, model yang paling akurat adalah model nomor 4 (model kuadratik) dengan SE yang paling rendah, yaitu 3,41% dengan  $R^2 = 92,8\%$ . Untuk pengujian model lebih lanjut (uji validasi), kesederhanaan model perlu juga dipertimbangkan disamping kesaksamaan model, karena lebih mudah mengaplikasikan di lapangan. Model persamaan nomor 1 (model linear) dan nomor 2 (model *power*) lebih sederhana daripada model kuadratik.

Tabel (Table) 4. Model-model penduga volume pohon sampai tinggi pangkal tajuk (*Models of tree volume estimation on crown base height*)

No.	Model regresi	Persamaan regresi	SE (%)	$R^2$ (%)	Sig
1	Linear	$V_{pt} = -0,262 + 0,020 D$	4,51	87,3	0,000
2	<i>Power</i>	$V_{pt} = 0,00004 D^{2,661}$	6,33	96,1	0,000
3	Logaritma	$V_{pt} = -1,078 + 0,410 \log D$	5,42	81,4	0,000
4	Kuadratik	$V_{pt} = 0,219 - 0,026 D + 0,001 D^2$	3,41	92,8	0,000
5	Exponential	$V_{pt} = 0,009 e^{0,124 D}$	17,71	95,0	0,000
6	Linear berganda	$V_{pt} = -0,287 + 0,016 D + 0,011 T_{pt}$	4,01	89,9	0,000
7	<i>Power</i> berganda	$V_{pt} = 0,00004 D^{2,340} T_{pt}^{0,407}$	5,42	97,3	0,000

Sumber (Source): Diolah dari data lapang (*Compiled and analyzed from field data*)

Keterangan (*Remarks*):

$\tilde{V}$  = Volume pohon sampai tinggi pohon pangkal tajuk (*Volume of tree on crown base height*) (m)

D = Diameter setinggi dada (*Diameter at breast height*)

$T_{pt}$  = Tinggi pohon pada pangkal tajuk (*Height of tree on crown base*)

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa korelasi antar variabel bebas, yaitu diameter dan tinggi pohon sangat kuat ( $r = 0,752$ ). Oleh karena itu, untuk menduga volume pohon bisa menggunakan satu variabel diameter pohon. Hasil uji statistik *stepwise* menunjukkan bahwa variabel diameter sebagai penduga volume pohon ampupu karena lebih kuat korelasinya dengan volume pohon daripada tinggi pohon dengan volume pohon.

Uji viabilitas model-model dilakukan dengan menggunakan Parameter Simpangan Agregat (SA), Standard Error (SD) dan Simpangan Relatif (SR), dan hasilnya disajikan pada Tabel 6. Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa untuk satu variabel, model persamaan nomor 2, 4 dan 5 cukup saksama karena mempunyai nilai SA dan SR sesuai dengan persyaratan. Marcelino (1966) dalam Siswanto & Suyat (2004), menyatakan bahwa selain kesalahan baku, tingkat ketelitian persamaan regresi dapat dilihat dari nilai SA ( $<1\%$ ) dan SR ( $<10\%$ ). Namun nilai SA model nomor 2 (*power*) adalah negatif, yang berarti model tersebut ber-

kecenderungan menaksir volume pohon ampupu sampai tinggi pohon pada pangkal tajuk *overestimate* (lebih dari nilai sebenarnya). Jika diperbandingkan ketiga model tersebut, model power lebih sederhana dan lebih mudah untuk diaplikasikan di lapangan. Menurut Muhdin (2003), dari sekian banyak persamaan regresi yang dapat dicoba, model persamaan power ( $V = aD^b$ , dimana  $V$  = volume pohon;  $D$  = dbh;  $a, b$  = konstanta), adalah persamaan regresi yang paling banyak digunakan karena alasan kesederhanaan model dan kepraktisan. Beberapa hasil penelitian yang mendapatkan model persamaan power adalah pendugaan volume pohon berdiri jenis *Acacia mangium* sampai ketinggian pohon pada diameter batang 7 cm ( $\tilde{V}_7$ ) di Balikpapan  $0,000793 D^{1,8873}$  (Bustomi, 1988), jenis damar (*Agathis loranthifolia*) di Banyumas  $\tilde{V}_7 = 0,000142 D^{2,4546}$  (Siswanto & Krisnawati, 1998), dan jenis rasamala (*Altingia excelsa*) sampai tinggi pohon bebas cabang ( $\tilde{V}_{bc}$ ) di Cianjur =  $0,000257 D^{2,2563}$  (Siswanto & Wahjono, 1996).

Tabel (Table) 5. Korelasi antara variabel-variabel sampai diameter batang/cabang 5 cm (*Correlation between variables until diameter of 5 cm stem/branch*)

No.	Antar variabel ( <i>Variables</i> )	Koefesien korelasi ( <i>Correlation coefficient</i> ) (r)
1	Diameter batang (dbh) dengan tinggi pohon pada pangkal tajuk	0,752**
2	Diameter batang (dbh) dengan volume pohon ( $V_{pt}$ )	0,934**
3	Volume pohon ( $V_5$ ) dengan tinggi pohon pangkal tajuk ( $T_{pt}$ )	0,811**

Sumber (Source): Diolah dari data lapang (*Compiled and analyzed from field data*)

Keterangan (*Remark*): \*\* = Signifikan pada taraf nyata 1 % (*Significant at the 0,01 level*)

Tabel (Table) 6. SE, SA dan SR persamaan regresi pada tinggi pohon pangkal tajuk (*Standard error, agregative deviation and mean deviation of Regression equations on tree height of crown base*)

No.	Persamaan regresi ( <i>Regression equations</i> )	SE (%)	SA (%)	SR (%)
1	$V_{pt} = -0,262 + 0,020 D$	4,51	-1,25	13,77
2	$V_{pt} = 0,00004 D^{2,661}$	6,33	-0,74	2,43
3	$V_{pt} = -1,078 + 0,410 \log D$	5,42	16,26	42,72
4	$V_{pt} = 0,219 - 0,026 D + 0,001 D^2$	3,41	0,79	5,84
5	$V_{pt} = 0,009 e^{0,124 D}$	17,71	0,61	7,57
6	$V_{pt} = -0,287 + 0,016 D + 0,011 T_{pt}$	4,01	-0,86	9,04
7	$V_{pt} = 0,00004 D^{2,340} T_{pt}^{0,407}$	5,42	0,54	5,82

Sumber (Source): Diolah dari data lapang (*Compiled and analyzed from field data*)

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Tegakan ampupu pada umur 21 tahun di kawasan Hutan Wololobo, Kabupaten Bajawa, Flores, mempunyai rata-rata riap tahunan diameter adalah 1,2 cm/tahun, riap tinggi 0,8 m/tahun, dan riap volume tegakan 3,51 m<sup>3</sup>/ha/tahun dengan rata-rata angka bentuk batang ampupu rata-rata ( $f$ ) adalah 0,40. Model persamaan terbaik untuk menduga volume pohon ampupu adalah  $V_{pt} = 0,00004 D^{2,661}$ , dengan  $SE = 6,33\%$ ,  $R\ square = 96,1\%$ , dimana  $D$  adalah diameter pohon setinggi dada (cm) dan  $V_{pt}$  adalah volume sampai tinggi pohon pada pangkal tajuk (m<sup>3</sup>).

##### B. Saran

Model penduga ini hanya berlaku untuk lokasi di kawasan Hutan Wololobo, Kabupaten Bajawa, Flores, atau tempat lain dengan kondisi tegakan dan tempat tumbuh yang sama.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada Kepala Balai Penelitian dan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu karangan yang telah membiayai penelitian ini dan Kepala Perhutanan & Konservasi Tanah Kabupaten Ngada-Flores (Nusa Tenggara Timur).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alrasjid, H. (1991). Faktor kualitas lahan pembatas untuk pertumbuhan *Gmelina arborea*. *Buletin Penelitian Hutan*, 540, 1-23. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan.
- Anonim. (2003). *Laporan Tahunan Dinas Kehutanan Kabupaten Ngada Tahun 2003*. Bajawa: Dinas Kehutanan Kabupaten Ngada.
- Badan Libang Kehutanan. (2009). *Roadmap Penelitian dan Pengembangan 2010–2025*. Jakarta: Departemen Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Bustomi, S. (1988). Tabel isi pohon lokal *Acacia mangium* untuk daerah Balikpapan. *Bul. Pen. Hutan*, 495, 31-38. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Bogor.
- Bustomi, S., Harbagung, Wahyono, D., & Parthama, I.B.P. (1998). Petunjuk teknis tata cara penyusunan table volume pohon. *Info hutan*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

- Clutter, J.L., & Fortson, J.C., & Pienaar, L.V. (1983). *Timber management: A quantitative approach*. Malabar, FL: Krieger Publishing.
- Curve Expert 1.3. Akses tanggal 7 September 2008, dari <http://www.Flu.org.cn/en/download> – 79. Htnl.
- Darwo, Suhendang, E., Jaya, I.N.S., Purnomo, H., & Pratiwi. (2012). Kualifikasi kualitas tempat tumbuh dan produktivitas tegakan untuk hutan tanaman eukaliptus di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Tanaman Hutan Tanaman*, 9(2), 83-93.
- Elcom. (2010). SPSS 18; *Statistik deskriptif, tabulasi silang dan korelasi, mean, transformasi data, analisis varian, analisis regresi*. Yogyakarta: CV.Andi offset.
- Gardingen, P.R., & Phillips, P.D. (1999). Ecological species grouping for forest management by PT Inhutani I. *BFMP Report*. Balikpapan.
- Harbagung. (1991). Model pertumbuhan diameter dan tinggi tegakan hutan tanaman *Eucalyptus urophylla* Blake. di daerah Pujon, Jawa Timur. *Buletin Penelitian Hutan*, 545, 11-27.
- Harbagung, & Wahyono, D. (1994). Tatacara pembuatan dan pengukuran Petak Ukur Permanen (PUP). *Informasi Teknis*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- Harbagung. (2002). *Kuantifikasi pertumbuhan dan hasil pada hutan tanaman jenis-jenis prioritas (andalan setempat)*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Harbagung. (2003). *Model pertumbuhan dan hasil hutan tanaman*. Proposal penelitian Tim Peneliti (PPTP) Tahun Anggaran 2004. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, (tidak diterbitkan).
- Harbagung, Bustomi, S., Siswanto, B.E., Suyat, Rukman, Robani, Hermawan, A., Setiawan, B. (2007). *Kuantifikasi Pertumbuhan dan Hasil Tegakan Hutan Tanaman, PPTP Tahun Dinas 2007*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. (tidak diterbitkan).
- Husch, B. (1963). *Forest mensuration and statistics*. New York: The Ronald Press Company.
- Irianto, A. (2006). *Statistik, konsep dasar dan aplikasinya*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Muhdin. (2003). *Dimensi pohon dan perkembangan metode pendugaan volume pohon*. Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana: Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Prodan, M. (1965). *Forest Biometric*. London: Pergamon, Oxford.

- Qirom, M.A., & Supriyadi. (2013). Model penduga volume pohon nyawai (*Ficus variegata* Blume) di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(4).
- Riyanto, H.D., & Tjakrawarsa, G. (2014). Pertumbuhan tanaman rehabilitasi pola agroforestry sengon dan jabon pada lahan terdegradasi di Tlogowungu Pati. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Teknologi Pengelolaan DAS*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Simon, H. (2007). *Statistik untuk kehutanan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Siswanto, B.E., & D. Wahjono. (1996). Tabel isi pohon jenis Rasamala (*Altingia excelsa* Noronhae) di KPH Cianjur, Jawa Barat. *Bul. Pen. Hutan*, 602, 25-35.
- Siswanto, B.E., & Krisnawati, H. (1998). Tarif isi pohon untuk *Agathis loranthifolia* Salisb. di Kesatuan Pemangkuan Hutan Banyumas Barat, Jawa Tengah. *Bul. Pen. Hutan*, 515, 1-7.
- Siswanto, B.E., & Suyat. (2004). Model pendugaan isi pohon jenis *Eucalyptus deglupta* Blume. di Borisallo, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 2, 139-146.
- Subedi, M.R., & Sharma, R.P. (2012). Allometric biomass models for bark of *Cinnamomum tamala* in Mid-Hill of Nepal. *Biomass and Bioenergy*, 47, 44-49.
- Suchomel, C., Pyttel, P., Becker, G., & Bauhus, J. (2012). Biomass equations for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and horbeam (*Carpinus betulus* L.) in Aged Coppiced Forest in Southwest Germany. *Biomass and Bioenergy*, 46, 722-730.
- Turbull, J., & Broker, I. (1978). Timor mountain gum - *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. *Forest Tree Series 214*. Melbourne Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.
- Vanclay, J.K. (1994). *Modelling forest growth and yield (Application to Mixed Tropical Forest)*. Wallingford, UK: CAB International.
- Wibisono, Y. (2009). *Metode Statistik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.