

## PERTUMBUHAN KAYU BAWANG (*Podium javanicum*, Burm.F) PADA TEGAKAN MONOKULTUR DI BENGKULU UTARA

*THE GROWTH OF KAYU BAWANG (Podium javanicum, Burm.F)  
IN MONOCULTURE STAND, NORTH BENGKULU*

**Enggar Apriyanto**

*Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu*

### ABSTRACT

Kayu bawang (*Protium javanicum*, Burm.F) is a selected tree species for the program of reforestation and land rehabilitation. The purpose of the study was to evaluate the growth of *P. javanicum* that has been planted as monoculture stand and to know the correlation among the growth parameters. The study was conducted at North Bengkulu, in 2001 and 2003. The study involved one, two, three, four, six and nine year old monoculture stands. Samples were taken for each stand from three plots of 0.05 ha which consisted of 25 trees. It was observed that rapid increment in the growth characteristics was occurred when the stand reaching 6 to 9 years old. Pruning that conducted too early could reduce the size of canopy, subsequently the mean annual increment of diameter and heigh declined in the following years. At 9-year-old monoculture stand the mean tree volume was about 351.642,7 cm<sup>3</sup> per tree (0,35 m<sup>3</sup> per tree) or 219,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> with the mean annual increment about 24,42 m<sup>3</sup> per year ha<sup>-1</sup>. Tree heigh and diameter were 19,01 m and 17,39 cm, respectively. The mean annual rate of heigh and diameter growth was about 2,11 m per year and 1,93 cm per year. The mean clear stem heigh was about 9,99 m. The mean of crown diameter and canopy percentage was about 4,55 m and 47,45%. The relationship between trees age and heigh (T), diameter (D), free-branch Stem (Tbc), volume (V) was assessed. The regression curves were well fitted for these relationships. The equations were :  $V = 1518,7 U^{2,3445}$  ( $R^2 = 0,96$ ),  $T = 1,8714 + 1,8349U$  ( $R^2 = 0,973$ ),  $Dbh = 1,6455 + 1,6431 U$  ( $R^2 = 0,9305$ ), dan  $Tbc = 2,7254 + 0,9135 U$  ( $R^2 = 0,8852$ ). The regression curves were well fitted with the high value of coefficient for the relationship between diameter (D) and volume (V), heigh (T), crown diameter (DT) and canopy percentage (PT). The equations were as follow :  $V = 70,017 D^{2,9385}$  ( $R^2 = 0,99$ ),  $T = 0,3848 + 0,8522 D$  ( $R^2 = 0,874$ ),  $PT = 9,7124 + 2,3635 D$  ( $R^2 = 0,4702$ ), dan  $DT = - 0,3918 + 0,2384 D$  ( $R^2 = 0,7328$ ).

*Key words* : growth, *P. javanicum*, age, monoculture, North Bengkulu

### ABSTRAK

Kayu bawang (*Protium javanicum*, Burm.F) merupakan salah satu jenis unggulan yang digunakan untuk melakukan kegiatan reboisasi dan rehabilitasi lahan. Penelitian ini ditujukan untuk melakukan evaluasi pertumbuhan kayu bawang yang ditanam secara monokultur dan mempelajari hubungan antara peubah pertumbuhan. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bengkulu Utara pada tahun 2001 dan 2003. Tegakan kayu bawang yang digunakan adalah tegakan yang berumur 1, 2, 3, 4, 6 dan 9 tahun yang memiliki kondisi tempat tumbuh yang relatif seragam. Pertumbuhan kayu bawang untuk semua peubah terlihat lamban pada awal pertumbuhan hingga umur tegakan 6 tahun kemudian meningkat tajam hingga umur 9 tahun. Pemangkasan cabang terlalu awal dapat mengurangi ukuran kanopi, sehingga menyebabkan penurunan terhadap riap diameter dan tinggi pada tahun-tahun berikutnya. Pada umur 9 tahun rata-rata volume pohon sebesar 351.642,7 cm<sup>3</sup> per pohon (0,35 m<sup>3</sup> per pohon) atau sebesar 219,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dengan riap volume sebesar 24,42 m<sup>3</sup> per tahun ha<sup>-1</sup>. Tinggi dan diameter kayu bawang mencapai 19,01 m dan 17,39 cm dengan riap tinggi 2,1 m per tahun dan riap diameter 1,9 cm per tahun. Kayu bawang memiliki tinggi bebas cabang mencapai 9,99 m dan tinggi tajuk 9,02 m. Tajuk kayu bawang mencapai diameter 4,55 m dengan persentase tajuk 47,45%. Hubungan peubah pertumbuhan tinggi (T), diameter (Dbh), tinggi bebas cabang (Tbc) dan volume (V) kayu bawang terhadap umur (U) didapatkan hasil yang sangat erat. Persamaan yang didapatkan adalah sebagai berikut  $V = 1518,7 U^{2,3445}$  ( $R^2 = 0,96$ ),  $T = 1,8714 + 1,8349U$  ( $R^2 = 0,973$ ),  $Dbh = 1,6455 + 1,6431 U$  ( $R^2 = 0,9305$ ), dan  $Tbc = 2,7254 + 0,9135 U$  ( $R^2 = 0,8852$ ). Hubungan antara diameter pohon (D) dengan

volume (V), tinggi (T), diameter tajuk (DT) dan persentase tajuk (PT) pohon adalah sangat erat. Data pengamatan dari lapangan menghasilkan persamaan sebagai berikut  $V = 70.017 D^{2.9383}$  ( $R^2 = 0.99$ ),  $T = 0.3848 + 0.8522 D$  ( $R^2 = 0.874$ ),  $PT = 9.7124 + 2.3635 D$  ( $R^2 = 0.4702$ ), dan  $DT = -0.3918 + 0.2384 D$  ( $R^2 = 0.7328$ ).

*Kata kunci* : pertumbuhan, *P. javanicum*, umur, monokultur, Bengkulu Utara

## PENDAHULUAN

Produksi kayu bulat, gergajian dan kayu lapis pada akhir-akhir ini mengalami penurunan. Seiring dengan penurunan hasil terjadi kerusakan hutan yang sangat serius dan diperkirakan mencapai 1.6 juta ha per tahun (Iskandar, 2000), sedangkan di Bengkulu laju kerusakan kurang lebih 4000 ha per tahun. Kondisi ini akan menimbulkan gejala terhadap pasokan atau pemenuhan akan kayu termasuk kerusakan lingkungan, erosi jenis dan materi genetik. Salah satu usaha yang sedang diusahakan adalah dengan melakukan rehabilitasi, yaitu kegiatan membangun hutan tanaman yang sehat, produktif, efisien, kompetitif dan lestari. Agar rehabilitasi ini dapat berjalan dan menghasilkan keluaran dengan kuantitas dan kualitas baik perlu diupayakan penguasaan teknik silvikultur jenis. Pendekatan silvikultur intensif bersumber pada tiga pilar yaitu : (1) pemuliaan genetik, (2) perbaikan lingkungan dan (3) pengurangan kehilangan dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas hutan tanaman (Soekotjo, 2002).

Kayu bawang (*P javanicum*) merupakan salah satu jenis yang potensial untuk penghasil kayu perkakas. Propinsi Bengkulu telah menetapkan jenis tanaman ini sebagai jenis unggulan dan akan dikembangkan hingga mencapai luas tegakan kayu bawang 10.000 ha pada tahun 2008. Pemilihan jenis dalam kegiatan rehabilitasi hutan menjadi penting karena kesalahan pemilihan jenis dapat menimbulkan kerugian mencapai 30% (Soekotjo, 2002). Binkley *et al.* (1997) juga menyatakan bahwa pengelolaan optimal bisa dicapai hanya dengan pemilihan spesies dan praktek pengelolaan yang sesuai terhadap kondisi tempat tumbuh dan produk akhir yang diharapkan.

Ada tiga pola tanam kayu bawang yang diusahakan oleh masyarakat di Propinsi Bengkulu yaitu pola campuran, tegakan (monokultur) dan

pagar. Penelitian secara sistematis terhadap pertumbuhan kayu bawang perlu dilakukan guna memahami dinamika dan karakteristik pertumbuhannya sehingga dapat digunakan sebagai landasan untuk menerapkan teknik silvikultur yang tepat dalam usaha mengembangkan hutan tanaman kayu bawang yang sehat, produktif, efisien, kompetitif dan lestari dalam skala komersial. Informasi biologi dan dinamika suatu jenis sangat diperlukan untuk memahami pertumbuhan dan hasil yang diharapkan dalam rangka menentukan perencanaan dan pengelolaan sumberdaya hutan (Tsai, 1993).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan awal kayu bawang (*Protium javanicum*, Burm.F) yang ditanam secara monokultur; dan bentuk hubungan antara peubah pertumbuhan pohon (tinggi, diameter batang, dan volume) yang ditanam secara monokultur.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2001 dan Desember 2003. Lokasi penelitian ini berada di Kabupaten Bengkulu Utara : Desa Karang Tinggi dan Lubuk Sini.

Bahan yang digunakan adalah tegakan kayu bawang berumur 1, 2, 3, 4, 6 dan 9 tahun, jarak tanam 4 m x 4 m dengan kondisi tempat tumbuh relatif seragam. Alat-alat yang digunakan adalah Haga meter untuk mengukur tinggi pohon, *phi-band* untuk mengukur diameter batang, alat tulis untuk pencatatan data pengukuran, dan kamera untuk dokumentasi.

Observasi lapangan dilakukan untuk mendapatkan tegakan kayu bawang berumur 1, 2, 3, 4, 6 dan 9 tahun serta mempelajari keadaan tempat tumbuh dan teknik penanaman yang telah dilakukan. Kayu bawang ditanam dengan teknik tumpangsari hingga 3-4 tahun.

Setelah penetapan tegakan kemudian pada masing-masing kelas umur dilakukan pem-

buatan petak ukur lingkaran sebanyak tiga petak ukur dengan luas 0.05 ha (25 pohon per petak ukur). Penentuan petak ukur dilakukan dengan cara acak. Pengamatan pada tegakan berumur 1, 2, 3, 4, dan 6 tahun dilakukan pada tahun 2001. Sedangkan pengamatan pada tegakan umur 9 tahun dilakukan pada tahun 2003.

Peubah yang diamati adalah tinggi pohon, diameter pohon, tinggi bebas cabang, lebar tajuk. Tinggi pohon dan tinggi bebas cabang diukur dengan Haga meter (tegakan umur 2 – 9 tahun) dan galah ukur (tegakan umur 1 tahun). Pengukuran diameter batang dilakukan dengan menggunakan *phi-band* pada ketinggian kurang lebih 1,3 m. Volume pohon dihitung dengan menggunakan rumus volume yaitu:  $V = \frac{1}{4} \pi (d)^2 \cdot h \cdot f$  ( $v$  = volume pohon ( $\text{cm}^3$ ),  $d$  =

diameter batang (cm),  $h$  = tinggi pohon (m),  $f$  = bilangan bentuk adalah 0.7).

Hasil pengukuran akan dianalisis secara diskriptif dan regresi korelasi untuk mengetahui bentuk pertumbuhan dan hubungan peubah pertumbuhan kayu bawang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran terhadap beberapa peubah pertumbuhan dan perhitungan volume berdasarkan rumus yang tersedia dapat dilihat pada tabel berikut. Berdasarkan pada hasil pengamatan (Tabel 1 dan Gambar 2) terlihat bahwa pertumbuhan tinggi, diameter, volume, tajuk lamban pada awal pertumbuhan hingga tegakan berumur 6 tahun.

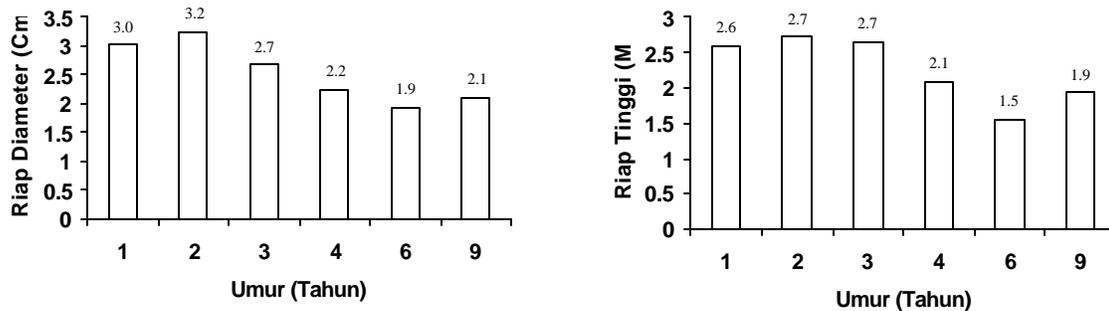
Tabel 1. Pertumbuhan dan tegakan kayu bawang umur 1 – 6 tahun

Umur (tahun)	Peubah							
	Tinggi (m)	Diameter (cm)	D tajuk (m)	Tinggi Tajuk (m)	TB. Cab (m)	Volume ( $\text{cm}^3$ )	% tajuk	Volume per ha ( $\text{m}^3$ )
1	3.02	2.59	1.01	0.80	2.22	1186.8	26.14	0.7
2	6.49	5.43	0.98	1.54	4.95	10691.8	23.51	6.7
3	8.06	7.95	0.99	2.33	5.73	28759.2	28.59	18.0
4	8.94	8.34	1.17	1.65	7.30 <sup>+</sup>	34547.1	16.96	21.6
6	11.58	9.25	1.14	2.59	9.00 <sup>+</sup>	54916.3	21.53	34.3
9	19.01	17.39	4.55	9.02	9.99 <sup>+</sup>	351642.7	47.45	219.8

<sup>+</sup> pernah dilakukan *pruning*

Tajuk kayu bawang yang ringan dengan diameter sempit dan persentase tajuk rendah (< 30%) merupakan salah satu penyebab terjadinya pertumbuhan awal yang lamban, mengingat tajuk merupakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Binkley *et al.* (1997) menyatakan bahwa pertumbuhan awal tanaman berkaitan erat dengan berkembangnya tajuk dan produksi akan naik seiring bertambahnya luas daun. Persaingan akar antara kayu bawang dengan tanaman pertanian untuk mendapatkan air dan nutrisi pada periode tumpangsari sampai 3 tahun juga memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan yang

lamban. Kondisi tersebut didukung dengan sistem perakaran kayu bawang yang kurang berkembang pada awal pertumbuhan, jumlah akar horizontal atau sekunder ada 4 akar sampai ke dalam 40 cm dengan panjang mencapai 1.65 m pada umur 1 tahun (Widyarti, 2002) dan kayu bawang sangat peka terhadap kompetisi dengan gulma dan herbisida (Mulyadi, 1999) yang terjadi pada periode tumpangsari. Budiadi dan Sabarnudin (2001) mendapatkan bahwa pertumbuhan perakaran tanaman jati pada periode tumpangsari berlangsung relatif lamban.



Gambar 1. Nilai riap diameter dan riap tinggi kayu bawang pada tegakan monokultur sampai umur 9 tahun

Pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman akan bervariasi tergantung pada umur dan tempat. Riap atau *mean annual increment* dapat digunakan untuk mengetahui dinamika pertumbuhan selama daur (Binkley *et al.*, 1997 ; Tsai, 1993). Pada tanaman *A. mangium* riap diameter yang tinggi dijumpai pada umur 2 - 4 tahun dan kemudian menurun pada umur lebih tua. Demikian pula halnya dengan riap tinggi terbesar yang dicapai pada umur 5 tahun yang menurun pada umur lebih tua (Tsai, 1993). Riap diameter *Gmelina arborea* terbesar dicapai pada umur 7 tahun (Binkley *et al.*, 1997). Berdasarkan hasil pengamatan (Gambar 1) riap diameter kayu bawang tertinggi (3.2 cm per tahun) terjadi pada umur 2 tahun kemudian turun dan mulai naik kembali pada umur 9 tahun dengan riap diameter 2.1 m per tahun. Riap tinggi kayu bawang mencapai 3.7 m per tahun pada umur 2 dan 3 tahun kemudian turun dan mulai naik kembali pada umur 9 tahun dengan riap tinggi 1.9 m per tahun. Kegiatan pemangkasan cabang pertama pada tahun ke 3 diduga merupakan penyebab terjadinya penurunan riap pertumbuhan baik diameter maupun tinggi kayu bawang. Kegiatan *pruning* dapat menurunkan persentase tajuk dan luas daun atau ukuran tajuk yang cukup besar. Menurut Beadle (1997) pengurangan ukuran tajuk akan menyebabkan turunnya produksi biomasa. Pemangkasan cabang *Acacia mangium* menyebabkan penurunan pertumbuhan diameter pada tahun setelah kegiatan pemangkasan cabang dilakukan, khususnya pe-

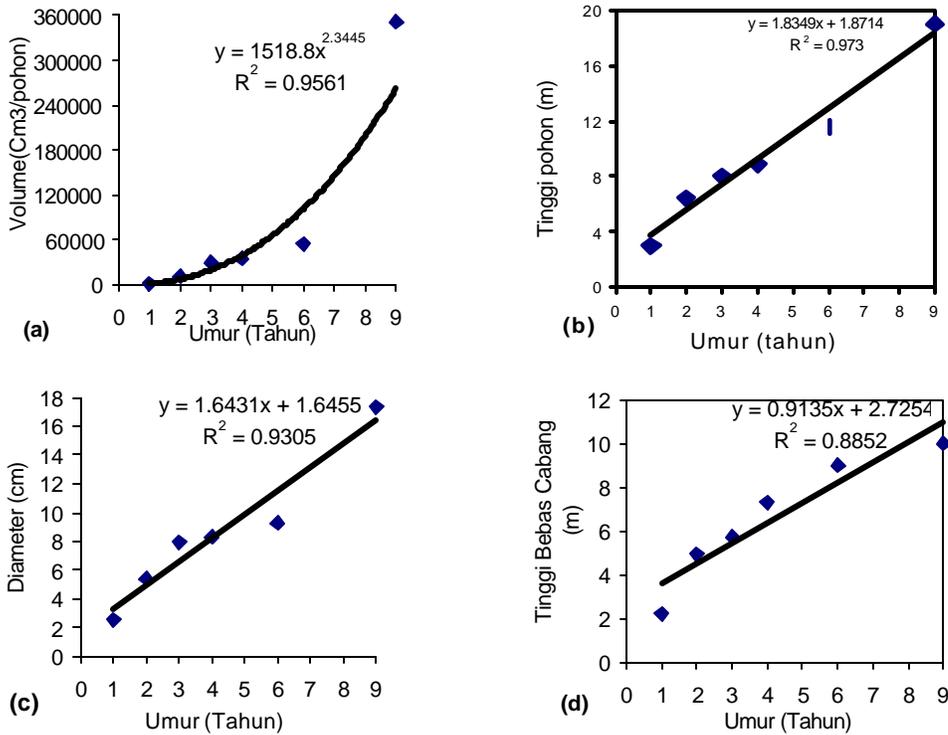
mangkasan tajuk hingga lebih dari 40% (Srivastava, 1993). Peningkatan riap pertumbuhan kayu bawang umur 9 tahun terjadi oleh karena perkembangan tajuk yang baik yaitu mencapai 47.45 %. Perkembangan tajuk akan memperbesar indek luas daun yang memberikan indikasi meningkatnya kemampuan fotosintesis (Beadle, 1997).

Berdasarkan nilai riap diameter sebesar 1.9 cm per tahun, maka kayu bawang termasuk pohon cepat tumbuh dibanding dengan kelompok Dipterocarpaceae yang memiliki riap rata-rata sebesar 1 – 1.5 cm per tahun. Distribusi daun atau tajuk kayu bawang yang berkelompok memberikan efisiensi penggunaan cahaya matahari dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil fotosintesis yang cukup besar yaitu berupa volume pohon. Pada umur 9 tahun rata-rata volume pohon sebesar 351.642,7 cm<sup>3</sup> per pohon (0.35 m<sup>3</sup> per pohon) atau sebesar 219,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dengan riap volume sebesar 24.42 m<sup>3</sup> per tahun ha<sup>-1</sup>. Hutan tanaman *Shorea* sp yang memiliki kemampuan berproduksi sebesar 10–14 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per tahun dapat dikatakan sebagai hutan produktif (Soekotjo, 2002). Tegakan kayu bawang dengan riap volume 24.42 m<sup>3</sup> per tahun ha<sup>-1</sup> merupakan tegakan yang produktif, meskipun riap tersebut masih dapat ditingkatkan apabila diterapkan teknik silvikultur intensive yang tepat.

Tinggi bebas cabang kayu bawang meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman, meskipun kegiatan pemangkasan cabang

ikut berpengaruh (Gambar 2d). Kenampakan batang bebas cabang kayu bawang pada umur 9 tahun mencapai 9.99 m. Evan (1982) menyatakan bahwa kegiatan pemangkasan cabang

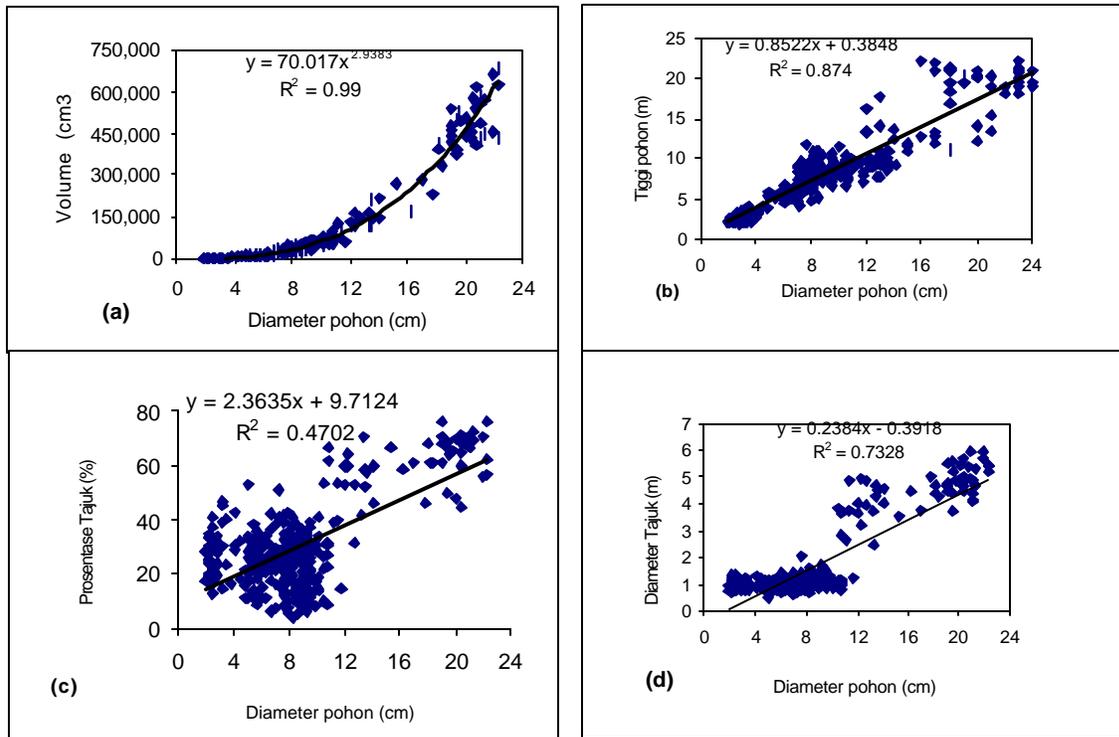
ditujukan untuk meningkatkan kualitas kayu dengan memperpanjang batang bebas cabang dan memperkecil cacat.



Gambar 2. Hubungan antara umur pohon dengan volume pohon (a), tinggi pohon (b), diameter pohon (c), tinggi bebas cabang (d)

Nilai koefisien yang didapat dari hubungan peubah pertumbuhan tinggi (T), diameter (Dbh), tinggi bebas cabang (Tbc) dan volume (V) kayu bawang terhadap umur (U) sangat kuat (Gambar 2). Berdasarkan data yang diperoleh didapatkan persamaan alometri regresi sebagai berikut  $V = 1518.7 U^{2.3445}$  ( $R^2 = 0.96$ ),  $T = 1.8714 + 1.8349U$  ( $R^2 = 0.973$ ),  $Dbh = 1.6455 + 1.6431 U$  ( $R^2 = 0.9305$ ), dan  $Tbc = 2.7254 + 0.9135 U$  ( $R^2 = 0.8852$ ). Peubah pertumbuhan yang diamati mengalami perubahan dengan bertambahnya umur tanaman, dimana secara umum pertam-

bahan peubah pertumbuhan cepat hingga umur 9 tahun. Binkley *et al.* (1997) menunjukkan akumulasi biomasa *Pinus ellioti* tercepat terjadi pada tegakan umur muda oleh karena perkembangan tajuk yang sangat cepat. Pertumbuhan dan akumulasi nutrisi yang cepat terjadi pada awal pertumbuhan atau tegakan muda kemudian akan stabil setelah tajuk tegakan berkembang rapat. Akumulasi biomasa dan nutrisi *Eucalyptus grandis* terbanyak terjadi pada umur tegakan 2 – 5 tahun (Goncalves *et al.*, 1997).



Gambar 2. Hubungan antara diameter pohon dengan volume pohon (a), tinggi pohon (b), persentase tajuk (c), diameter tajuk (d)

Diameter pohon merupakan peubah pertumbuhan yang dapat digunakan untuk memperkirakan volume pohon dan biomasa (Tsai, 1993). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara diameter pohon (D) dengan volume (V), tinggi (T), diameter tajuk (DT) dan persentase tajuk (PT) kayu bawang sangat kuat. Hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien yang tinggi (Gambar 2). Data pengamatan dari lapangan menghasilkan persamaan alometri regresi sebagai berikut  $V = 70.017 D^{2.9383}$  ( $R^2 = 0.99$ ),  $T = 0.3848 + 0.8522 D$  ( $R^2 = 0.874$ ),  $PT = 9.7124 + 2.3635 D$  ( $R^2 = 0.4702$ ), dan  $DT = -0.3918 + 0.2384 D$  ( $R^2 = 0.7328$ ). Hasil tersebut memberikan indikasi bahwa diameter setinggi dada dapat digunakan untuk memprediksi peubah pertumbuhan yang lain atau volume kayu bawang. Hubungan sangat erat antara diameter dengan biomasa bagian atas tanaman banyak dilaporkan, pada tanaman pionir di hutan sekunder (Thojib *et al.*, 2001) dan di hutan jati (Budiadi dan Sabarnudin, 2001).

Okimori and Takahashi (2001) menggunakan peubah diameter untuk memprediksi biomasa pada hutan sekunder.

## KESIMPULAN

Tegakan monokultur kayu bawang di Bengkulu Utara sampai pada umur 9 tahun memiliki riap diameter 1.93 cm per tahun, riap tinggi 2.11 m per tahun dan riap volume 24.42  $m^3 ha^{-1}$  per tahun.

Berdasarkan besarnya riap pertumbuhan maka tegakan monokultur kayu bawang di Bengkulu Utara dapat dikategorikan sebagai tegakan yang produktif

Pemangkasan cabang kayu bawang yang tidak tepat waktu dapat menurunkan riap diameter dan tinggi kayu bawang pada tahun-tahun berikutnya

Diameter pohon (dbh) memiliki hubungan yang erat terhadap peubah pertumbuhan kayu

bawang meliputi : tinggi pohon, volume pohon, tinggi bebas cabang dan persentase tajuk

#### DAFTAR PUSTAKA

- Beadle, C.L. 1997. Dynamic of Leaf and Canopy Development *In* Management of Soil, Nutritions and Water in Tropical Plantation, Edited by E.K Sadanandan Nabar dan Alan G. Brown. 1997, page :169 – 204. Published by ACIAR Colabortion with CSIRO Australia and CIFOR Indonesia.
- Binkley, D., A.M. O'Connell and K.V. San-karan. 1997. Stand Development and Pro-ductivity. *In* Management of Soil, Nutri-tions and Water in Tropical Plantation, Edited by E.K Sadanandan Nabar dan Alan G. Brown. 1997, page : 419-38. Published by ACIAR Colabortion with CSIRO Aus-tralia and CIFOR Indonesia.
- Budiadi dan M.S. Sabarnurdin. 2001. Struktur biomasa di atas dan bawah permukaan ta-nah tanaman jati dengan modifikasi pola tanam. Buletin Kehutanan, No: 47. Fakul-tas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Evan, J.1982.Plantation Forestry in The Tropics Oxford University Press, New York.
- Goncalves, J.L.M. N.F. Barros, E.K.S. Nam-biar, and R.F. Navais. 1997. Soil and Stand Management for Short-rotation Plan-tations. *In* Management of Soil, Nutritions and Water in Tropical Plantation, Edited by E.K Sadanandan Nabar dan Alan G. Brown. 1997,page: 379-417. Published by ACIAR Colaboration with CSIRO Aus-tralia and CIFOR Indonesia.
- Iskandar, U. 2000. Potret Hutan Indonesia. Di-sampaikan pada Seminar Nasional: Pem-bangunan Kehutanan Secara Berkelanjut-an, Departemen Kehutanan. di Jakarta. 10 –11 September. 2000
- Mulyadi, 1999. Efikasi herbisida Glyphosate dan Sulphosate pada beberapa konsentrasi terhadap gulma dan pengaruhnya terha dap pertumbuhan Kayu bawang (*Protium javanicum*, Burm.F). Skripsi S1 Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian UNIB, Bengkulu.
- Okimori, Y and Fumio Takahashi. 2001. Ecological Approach to Predict Carbon Sink Project, Required in CDM Program Considering A Model Of Case of Affo-restation Charcoal Business in Sarawak. *In* Proceedings of The Seminar on Dipte-rocarp Reforestation to Restore Environ-ment through Carbon Sequestration, Edited by: M.Sambas Sabarudin, Suryo Hardiwi-noto, Anto Rimbawanto, dan Yasuyuki Okimori. Pages: 164-76. Yogyakarta, Indonesia.
- Soekotjo. 2002. Rehabilitasi dan Konservasi Menuju Hutan yang Sehat Produktif, Efi-sien, Kompetitif dan Lestari. Pidato Dies Natalis Ke-39 Fakultas Kehutanan Gadjah Mada di Yogyakarta, 3 September 2002.
- Srivastava, P.B.L. 1993. Silvikultural Practices. *In* *Acacia mangium*, Growing and Uti-lization. Edited by Kamis Awang and Da-vid Taylor. Winrock International and the Forest and Agriculture Organization of the United Nations. Page :113-145. Bangkok, Thailand.
- Tsai, L. M. 1993. Growth and yield. *In* *Acacia mangium*, Growing and Utilization. Edi-ted by Kamis Awang and David Taylor. Win-rock International and the Forest and Agri-culture Organization of the United Nati-ons. Page:149-161. Bangkok, Thailand.
- Thojib, A., Supriyadi, S. Hardiwinoto and Y. Okimori. 2001. Above ground Biomass in Several Land Use System in Tropical Eco-system of Jambi Sumatera. *In* Proceedings of The Seminar on Dipterocarp Reforest-ation to Restore Environment through Car-bon Sequestration, Edited by: M.Sambas Sabarudin, SuryoHardiwinoto, Anto Rim-bawanto, dan Yasuyuki Okimori. Pages: 109-15. Yogyakarta, Indonesia.
- Widyarti, L. 2002. Pengaruh penyiangan terha-dap pertumbuhan Jati (*Tectona grandis*), Kayu Bawang (*Proyium javanicum*, Burm.F) dan Mahoni daun lebar (*Switenia macrophylla* King). Skripsi S1 Jurusan Ke-hutanan, Fakultas Pertanian UNIB, Bengkulu.