

ALLOMETRI BIOMASSA ATAS TANAH *Ziziphus mauritiana* UNTUK PENDUGAAN BIOMASSA DI PULAUTIMOR

Above Ground Biomass Allometry of Ziziphus mauritiana for Estimating Biomass in Timor Island

Hery Kurniawan¹
Eko Pujiono²

ABSTRACT

One of the dominant species that form a savanna type of the eight types in Nusa Tenggara and Maluku is the savanna *Ziziphus mauritiana* (Bidara). *Ziziphus mauritiana* Lam., belongs to the Rhamnaceae family group. This plant is commonly used by communities on Timor Island to improve the quality of land. There is currently no biomass allometric equation specifically developed for this species. In connection with the provision of data with the level of detail (Tier) 3 in the framework of climate change mitigation, it is necessary to build a specific allometric equation for the species *Z. mauritiana* in order to estimate the potential carbon stocks. A total of 18 sample trees were selected, the sample tree size taken was grouped in 6 diameter classes, each diameter class taken 3 tree samples. The results showed the best equation for allometry stem biomass with dbh: $y = 50,75x^{2,35}$; allometry branches biomass with dbh: $y = 28,20x^{2,308}$; allometry twigs biomass with dbh: $y = 40,785x^{2,077}$.

Keywords : Allometry, biomass, carbon stock, *Ziziphus mauritiana*

ABSTRAK

Salah satu jenis dominan yang membentuk satu tipe savana dari delapan tipe yang ada di Nusa Tenggara dan Maluku, adalah savana *Ziziphus mauritiana* (Bidara). *Ziziphus mauritiana* Lam., masuk dalam kelompok family Rhamnaceae. Tanaman ini biasa digunakan oleh masyarakat di Pulau Timor untuk memperbaiki kualitas lahan. Saat ini belum ada persamaan allometrik biomassa yang khusus dikembangkan untuk jenis ini. Berkaitan dengan penyediaan data dengan tingkat kerincian (Tier) 3 dalam rangka mitigasi perubahan iklim maka perlu dibangun persamaan allometrik khusus untuk jenis *Z. mauritiana* guna pendugaan potensi cadangan/simpanan karbonnya. Sebanyak 18 pohon sampel dipilih, ukuran pohon sampel yang diambil dikelompokkan dalam 6 kelas diameter, masing-masing kelas diameter diambil 3 sampel pohon. Hasil penelitian menunjukkan persamaan terbaik untuk allometri biomassa batang dengan dbh: $y = 50,75x^{2,35}$; allometri biomassa cabang dengan dbh: $y = 28,20x^{2,308}$; allometri biomassa ranting dengan: $y = 40,785x^{2,077}$.

Kata Kunci : Allometri; biomassa; stok karbon; *Ziziphus mauritiana*

Author Institution : ¹Peneliti Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Serat Tanaman Hutan Kuok - Jl. Raya Bangkinang-Kuok Km.9, Kampar, Riau
²Peneliti Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kupang - Jl. Alfons Nisoni no. 7b, Air Nona, Kupang, NTT

Koresponding Author : herykurniawan2012@gmail.com
ekopujiono78@gmail.com

Articel History : Received 7 February 2019; received in revised from 8 April 2019; accepted 10 September 2019; Available online since 30 Oktober 2019

I. PENDAHULUAN

Jumlah populasi dan spesies kupu-kupu Hutan merupakan tempat utama bagi pertukaran sebagian besar karbon dari atmosfer ke biosfer daratan, sehingga wajar dikatakan bahwa kehutanan memainkan peranan penting dalam siklus karbon (Wibowo, 2009). Lebih jauh lagi, biomassa hutan sangat relevan dengan isu perubahan iklim. Biomasa hutan berperan penting dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Sekitar 50% dari keseluruhan karbon hutan, tersimpan dalam vegetasi hutan. Sebagai konsekuensi, karbon di atmosfer akan bertambah jika terjadi kerusakan hutan, kebakaran, pembalakan dan sebagainya (Sutaryo, 2009).

Menurut Monk *et al.* (1997) salah satu jenis dominan yang membentuk satu tipe savana dari delapan tipe yang ada di Nusa Tenggara dan Maluku, adalah savana Bidara (*Ziziphus mauritiana*). Ketujuh savana lainnya adalah *Albizzia chinensis*, Palem-paleman, *Eucalyptus alba*, *Melaleuca cajuputi*, *Acacia leucophloea*, *Casuarina junghuhniana*, dan *Tamarind*. Savana merupakan tipe ekosistem di dataran rendah, atau dataran tinggi, dengan komunitasnya terdiri dari beberapa pohon yang tersebar tidak merata dan lapisan bawahnya didominasi oleh suku rumput-rumputan (Ford, 2009; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2009). Savanna adalah vegetasi padang rumput yang ditumbuhi pohon atau sekelompok pohon yang terpencar-pencar (Sutomo, 2015). Sebaran jenis bidara di P. Timor terdapat di setiap kabupaten yakni di Kabupaten Kupang, Timor Tengah Selatan (TTS), Timor Tengah Utara (TTU) dan Belu.

Bidara merupakan tumbuhan semak

atau pohon kecil, berduri, *evergreen* yang tingginya bisa mencapai 15 m, dengan diameter batang bisa mencapai 40 cm atau lebih, tajuknya lebar, duri tumbuh dari stipula dan cabangnya umumnya mendatar (Rameshkumar & Eswaran, 2013). Bidara, masuk dalam kelompok famili Rhamnaceae. Pohon ini juga sering disebut dengan nama Jujube Ber (Rathore *et al.*, 2012). Sementara di Pulau Timor khususnya, jenis ini sering disebut dengan kom atau bidara. Bidara merupakan salah satu tanaman yang biasa digunakan oleh masyarakat di Pulau Timor untuk memperbaiki kualitas lahan atau setidaknya untuk mempertahankan produktivitasnya (Djogo *et al.*, 2007).

Hasil analisa peta penutupan lahan provinsi NTT tahun 2016, savana memiliki luas 10.719 km² (23% dari luas daratan NTT), yang merupakan tipe penutupan lahan dominan di NTT setelah tipe penutupan lahan berupa hutan lahan kering dan pertanian lahan kering yang masing-masing memiliki proporsi luas sebesar 35% dan 26% dari total luas daratan NTT (BPKH Wil XIV Kupang, 2017). Savana di NTT paling banyak ditemukan di pulau Sumba, Flores dan Timor yang secara berurutan memiliki proporsi sebesar 56%, 25% dan 12% dari total luas savana di NTT. Di pulau Timor, total luas savana sekitar 1.269 km², yang sebagian besar terdistribusi di Kabupaten Timor Tengah Utara (34%), Timor Tengah Selatan (29%) dan Kupang (24%) (BPKH Wil XIV Kupang, 2017).

Hasil penelitian Hendrik (2017), menunjukkan di Kabupaten Kupang dan TTS jenis bidara memiliki INP >19% pada fase tiang dan pohon di hutan primer dan sekunder. Hasil penelitian Ndappa dkk., (2017) menunjukkan bahwa pada tiga kabupaten yang disurvei yakni Kabupaten

Kupang, TTS dan Malaka, jenis ini terdapat pada berbagai bentuk tutupan lahan pada ketinggian 35-448 m dpl. Menurut Widiyono, (2010) bidara merupakan jenis lokal yang cocok ditanam di daerah tangkapan air di Kabupaten Belu, dan memiliki fungsi lainnya sebagai penyedia kayu bakar dan sebagai pohon pelindung tanaman. Jenis bidara di Kabupaten TTU tumbuh di hampir semua tempat, hingga ketinggian di atas 1.000 mdpl. Menurut Agu dan Neonbeni (2019), pohon bidara mampu tumbuh pada dataran tinggi hingga ketinggian 1700 mdpl, terutama pada model silvopastur suf, pohon bidara dimanfaatkan untuk konservasi dan manfaat ekonomi lainnya.

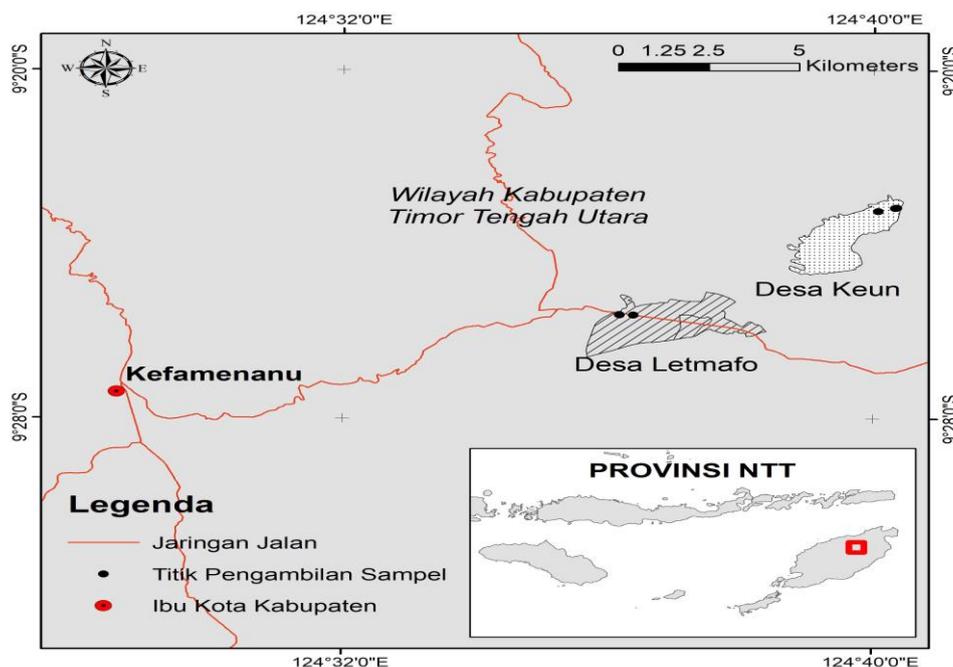
Sebaran bidara di P. Timor cukup merata dengan pola sporadis. Keberadaannya sangat penting sebagai penyeimbang lingkungan savana yang sangat diperlukan masyarakat Timor. Belum ada persamaan allometrik yang khusus dikembangkan untuk

jenis ini. Berkaitan dengan penyediaan data dengan tingkat kerincian (*Tier*) 3 dalam rangka mitigasi perubahan iklim maka perlu dibangun persamaan allometrik khusus untuk jenis bidara untuk pendugaan potensi cadangan/simpanan karbonnya. Berdasarkan pertimbangan di atas, adanya potensi populasi bidara di Kabupaten TTU yang diduga kuat lebih tinggi dibanding lokasi lainnya, maka penelitian ini difokuskan di Kabupaten TTU.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel jenis bidara dilaksanakan pada tipe penutupan lahan savana yang tersebar di Desa Letmafo, Kecamatan Insana Tengah dan Desa Keun, Kecamatan Insana, Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU), Provinsi Nusa Tenggara Timur (Gambar 1). Waktu pengambilan sampel adalah pada bulan September tahun 2014.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel penelitian di Kab.TTU, Prov. NTT
Figure 1. Map of research samples were taken in TTU Regency, Province NTT

Analisis biomassa dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Kehutanan Kupang, pengarangan/karbonasi dan uji karbon arang dilakukan di laboratorium Kimia Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor, uji karbon cuka dan ter dilakukan di laboratorium Padatan Balai Besar Teknologi Kesehatan Lingkungan dan Penyakit Menular Jogjakarta.

B. Metode Penelitian

I. Pengumpulan Data

Pendugaan cadangan karbon dimulai dengan pendugaan biomasa menggunakan *modelling* yang spesifik terhadap spesies dan tempat (*site*). Pendekatan destruktif masih dianggap sebagai metode paling akurat dalam pendugaan biomassa pohon (Shi & Liu, 2017). Metode ini memerlukan penebangan pohon-pohon dan menimbang bobot keseluruhan bagian-bagiannya. Mengingat savana NTT merupakan wilayah semi arid yang kering, maka perlu memperhatikan kepentingan konservasi dalam penentuan jumlah pohon sampelnya. Sebanyak 18 pohon sampel dipilih, ukuran pohon sampel yang diambil dikelompokkan dalam 6 kelas diameter, masing-masing kelas diameter diambil 3 sampel pohon. Diameter ditentukan berdasarkan pada ukuran diameter setinggi dada. Kelas diameter diambil berdasarkan sebaran riil di lapangan, dari diameter tingkat tiang (terkecil) hingga diameter pohon terbesar. Adapun ukuran pohon sampel yang diambil :

>10 – 15 cm terdiri dari ukuran 10,13 cm ; 12,57 cm ; 14,32 cm
>15 – 20 cm terdiri dari ukuran 16,24 cm ; 18,77 cm ; 19,09 cm
>20 – 25 cm terdiri dari ukuran 21,32 cm ; 23,25 cm ; 23,9 cm

>25 – 30 cm terdiri dari ukuran 26,75 cm ; 27,36 cm ; 28,66 cm
>30 – 35 cm terdiri dari ukuran 30,23 cm ; 31,5 cm ; 33,12 cm
>35 – 40 cm terdiri dari ukuran 35,6 cm ; 37,58 cm ; 39,49 cm

Selanjutnya dilakukan prosedur pengambilan data dan analisis sebagai berikut :

- a. Pengukuran tinggi total, diameter pangkal, diameter segmen batang dengan rentang 1 s.d. 2 meter dari pangkal dilanjutkan sampai ujung batang. Pengukuran segmen batang dilakukan untuk mencari volume batang dan bilangan bentuk. Tinggi total diukur pada kondisi pohon rebah, setelah penebangan pohon rata tanah.
- b. Selanjutnya dilakukan pemisahan bagian-bagian pohon yang dalam hal ini terdiri dari batang, cabang, ranting dan daun. Jenis bidara ini pada umumnya memiliki percabangan yang banyak, dari 18 pohon sampel hanya 2 pohon yang tak bercabang, yakni pada kelas diameter paling kecil (>10-15 cm).
- c. Untuk bagian batang diambil sampel dalam bentuk *disc* pada bagian pangkal, tengah dan ujung dan dilakukan penimbangan berat terhadap *disc-disc* sampel tersebut di samping juga dilakukan pengukuran diameter dan tebalnya (± 5 cm). Pada bagian cabang yang besar juga dilakukan pengambilan sampel dalam bentuk *disc*.
- d. Untuk bagian ranting dan daun dilakukan penimbangan berat totalnya dan dilakukan pengambilan sampel masing-masing seberat 200 gram.
- e. Sampel batang, cabang, ranting dan daun dibawa untuk kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven di laboratorium untuk diketahui biomasanya dan selanjutnya dilakukan analisis untuk

diketahui kandungan karbonnya. Metode pengambilan sampelnya sebagaimana dijelaskan di atas.

- f. Pengukuran berat kering untuk menentukan kadar air dan menghitung biomassa dilakukan dengan mengeringkan sampel yang dibawa dari lapangan menggunakan oven pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sampai didapatkan berat konstan (Centre, 2011; Govett *et al.*, 2010; Nelson *et al.*, 1999; Sluiter *et al.*, 2016). Dengan metode ini umumnya lebih cepat diperoleh berat konstan dibandingkan metode SNI.
- g. Terhadap komponen pohon yang terdiri dari batang, cabang, ranting/daun dan buah yang telah dilakukan pengukuran berat kering, diambil sampel dengan berat tertentu untuk dilakukan proses pengarangan atau karbonasi dengan menggunakan retort listrik pada suhu akhir 500°C selama ± 4 jam.
- h. Pada suhu akhir 500°C proses dihentikan, selanjutnya sisa pembakaran berupa arang dikeluarkan dan ditimbang beratnya untuk mengetahui rendemen arang dari bahan baku. Produk dari proses karbonasi yang berupa distilat dan arang selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui kadar karbon dari masing-masing produk.

2. Penyusunan Allometri Biomassa Bidara

Peneliti dan pelaksana proyek cenderung mengandalkan *Biomass Estimation Model* (BEM), yang menghubungkan biomassa pohon dengan dimensi yang mudah diukur berdasarkan pemikiran bahwa terdapat hubungan standar seperti diameter dengan massa atau tinggi dengan massa (West, 2015). Disebabkan adanya variasi karakteristik pohon antar kondisi ekologi, dan kebutuhan

untuk menghitung biomassa pada seluruh bagian tanaman, maka idealnya harus digunakan persamaan yang bersifat lokal atau BEM pada skala lokal (Henry *et al.*, 2011).

Penyusunan allometri untuk pendugaan biomassa bidara dilakukan menggunakan bantuan program komputer SPSS 23, bentuk persamaan yang digunakan sebelum dipilih adalah menggunakan persamaan *power function*, linear dan polinomial (Mascaro *et al.*, 2011); Packard, 2014; Shi & Liu, 2017; Sileshi, 2014). Tiga bentuk persamaan ini paling sering digunakan pada penyusunan allometri untuk tumbuhan berkayu. Parameter statistik yang digunakan untuk memilih model terbaik adalah koefisien determinasi (R^2); nilai signifikansi (*F value*) dan Mean Standart Error (MSE) (Diedhiou *et al.*, 2017; Jara *et al.*, 2015; Mascaro *et al.*, 2011), serta *residual standart error* (RSE) (Dumont *et al.*, 2013). R^2 menunjukkan seberapa besar variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh variasi variabel independen. Nilai F menunjukkan apakah secara statistik koefisien regresi signifikan atau tidak. Nilai MSE mengindikasikan signifikansi dari model allometrinya. Sedangkan RSE mengindikasikan keterandalan hubungan variabel penjelas dengan variabel bergantungnya. Rumus RSE (dalam Emadi & Mahfoud 2011; Mbow *et al.* 2014) adalah sebagai berikut:

$$\text{RSE} = \frac{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}{\bar{y}} \quad (1)$$

Keterangan :

y = rerata sampel biomassa hasil observasi

σ = standar deviasi

n = jumlah sampel

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

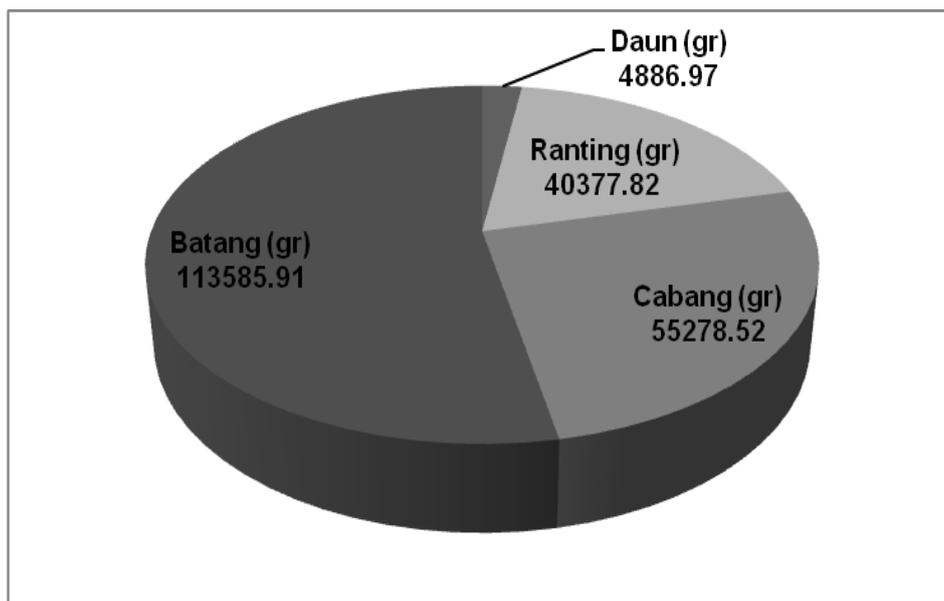
A. Diameter Setinggi Dada dan Allometri Biomassa

Persamaan allometri merupakan formula statistik antar parameter-parameter dendrometri dari pohon yaitu diameter setinggi dada (DBH), tinggi total dan biomassa kering (Moussa, Mahamane, & Saadou, 2015). DBH merupakan variabel prediktor yang paling mudah digunakan dan terbukti cukup akurat dalam pendugaan biomassa pohon dibandingkan dengan tinggi total yang lebih sulit dalam prakteknya, disebabkan oleh struktur hutan yang kompleks dan tajuk hutan yang rapat (Chave et al., 2014; Fayolle, Doucet, Gillet, Bourland, & Lejeune, 2013).

Analisis pada tingkat global pada saat ini menunjukkan bahwa hubungan antara tinggi dan diameter untuk pohon-pohon tropis

bervariasi karena lokasi geografis (Feldpausch et al., 2011). Selain itu, pada lokasi benua tertentu telah ditemukan bahwa hal ini telah menjelaskan hampir 50% variasi dari allometri pohon (Banin et al., 2012).

Tipe ataupun jenis persamaan yang dihasilkan berbeda pada zona ekologi yang berbeda. Pada zona semak belukar, sebagian besar persamaan adalah untuk menghitung biomassa (79%), sedangkan untuk hutan hujan tropis sebagian besar adalah untuk menghitung volume (88%). Pada daerah yang kering, pendugaan biomassa adalah lebih penting untuk mengestimasi ketersediaan bioenergi, sementara di daerah tropis yang lembap, pendugaan volume kayu komersial untuk perdagangan digunakan untuk menilai tingkat keuntungan operasi usaha kehutanan (Henry et al., 2011). Proporsi biomassa pada tiap komponen pohon bidara disajikan pada Gambar 2 di bawah ini.



Sumber: data primer diolah (Source: processed primary data)

Gambar 2. Proporsi biomassa pada tiap bagian pohon bidara
Figure 2. Biomass proportion for each *Zizhipus mauritiana* tree component

Pada penelitian ini yang dilakukan di daerah semi arid NTT yang cukup kering, sebagaimana dijelaskan, maka persamaan lebih diarahkan kepada penyusunan allometri untuk pendugaan biomassa. Menurut Monk *et al* (1997), terdapat delapan tipe savana di Nusa Tenggara dan Maluku, dimana tipe savana yang mendominasi di Pulau Timor adalah savana lontar (*Borassus flabrier*), savana gewang (*Coryphautan*), savana kasuarina (*Casuarina juguhniana*), savana bidara (*Ziziphus mauritiana*) dan savana asam (*Tamarindus indicus*). Pada savana tersebut, jenis bidara terlihat di seluruh wilayah NTT, yang tumbuh secara sporadis. Belum ditemukan studi terdahulu maupun laporan dari berbagai instansi yang menyebutkan secara detail

terkait sebaran masing-masing tipe savana di atas

B. Allometri Batang, Ranting dan Daun dengan Biomassanya

Destruktif sampling dan regresi merupakan teknik atau metode yang paling sering digunakan untuk mendapatkan biomassa hutan (Basuki *et al.*, 2007). Secara keseluruhan parameter-parameter statistik dari model persamaan yang diuji ditampilkan pada Tabel I di bawah ini. Sebagaimana dijelaskan pada metode, ketiga persamaan di bawah merupakan yang paling sering digunakan dan sesuai dengan kondisi obyeknya.

Tabel I. Parameter persamaan untuk memilih model terbaik

Table I. Parameters of the equation to select the best model

Bag. Pohon/tree component	Persamaan/ equation	R ² / determination coefficient	SEE /standart error of estimate	MSE/ Mean of standart error	Signifikansi/ significance
Batang/stem	Power	0.959	0.286	0.082	0.000
	Linear	0.932	28364.134	804524087.218	0.000
	Polinomial	0.938	29195.267	852363617.998	0.000
Cabang/ branches	Power	0.777	0.423	0.179	0.000
	Linear	0.747	20314.930	412696389.909	0.000
	Polinomial	0.759	21410.989	458430464.564	0.001
Ranting/ twigs	Power	0.825	0.422	0.178	0.000
	Linear	0.637	18111.250	328017385.674	0.000
	Polinomial	0.639	18756.551	351808194.147	0.001
Daun/ leaves	Power	0.163	0.652	0.426	0.120
	Linear	0.106	2308.096	5327308.104	0.219
	Polinomial	0.283	2232.263	4982998.516	0.246

Sumber: data primer diolah (source:processed primary data)

Keputusan untuk memilih persamaan mana yang akan diambil didasarkan pada parameter-parameter statistik yang ada.

Parameter koefisien determinasi (R²) bukanlah satu-satunya faktor yang menentukan allometri mana yang paling baik,

namun perlu untuk memperhatikan tingkat residu (*error*) yang dihasilkan dari persamaan tersebut. Bias dapat terjadi karena tidak memperhatikan residunya, maka penting untuk memperhatikan nilai residu ini secara khusus selain juga nilai signifikansinya (Chave *et al.*, 2014; Jara *et al.*, 2015; Moussa *et al.*, 2015).

Berdasarkan hasil penghitungan parameter statistik untuk persamaan allometri yang disusun, yakni pada Tabel 1, terlihat bahwa untuk komponen batang, cabang dan ranting, memiliki koefisien determinasi yang tinggi ($> 0,9$) dan cukup tinggi (0,7-0,9). Koefisien determinasi merupakan nilai yang menunjukkan tingkat keterhandalan model persamaan yang diperoleh, semakin besar nilai R^2 , maka model persamaan allometri yang dibangun semakin bagus (Siregar & Darmawan, 2011). Nilai koefisien determinasi adalah nilai hubungan relatif antara dua variabel yang langsung dapat diinterpretasikan pada tingkat persentase hubungan tersebut, persentase ini menunjukkan seberapa besar variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh variasi variabel independen (As-syakur, 2007; Japariato & Sugiharto, 2011). Nilai koefisien determinasi ini berkisar diantara nol dan satu. Nilai koefisien determinasi (R^2) = 1, artinya variabel-variabel bebas memberikan semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat. Nilai koefisien determinasi (R^2) = 0, artinya variabel independen tidak mampu menjelaskan variasi-variabel variabel dependen (Ernawati & Widyawati, 2015; Munparidi, 2012).

Koefisien determinasi untuk batang sebesar 0,959 berarti dari persamaan tersebut terdapat sekitar 95% variabel bergantung yang dapat dijelaskan oleh variabel

bebasnya. Kondisi alami dari batang bidara yang tidak banyak terjadi perubahan oleh faktor eksternal menjadikan hubungan antara biomassa batang dengan dbh menjadi sangat kuat. Demikian juga untuk cabang dan ranting, meskipun untuk fase pertumbuhan semai disukai oleh hewan ternak, namun pada fase pertumbuhan berikutnya tidak disukai lagi karena munculnya duri yang keras pada ranting-rantingnya. Variasi fenotip dari cabang dan ranting secara okuler lebih jelas dibandingkan pada batang, kondisi demikian menjadi alasan utama bagi nilai R^2 yang lebih rendah dibandingkan pada allometri biomassa batang.

Pada Tabel 1, nilai koefisien determinasi untuk allometri biomassa batang, cabang dan ranting tertinggi adalah pada model *power function* yakni berturut-turut sebesar 0,959, 0,777 dan 0,825. Sedangkan untuk allometri biomassa daun nilai R^2 tertinggi adalah pada model persamaan polinomial yakni 0,283. Nilai SSE dan MSE pada model *power function* adalah terendah dibandingkan model persamaan lainnya. Nilai SSE dan MSE yang rendah, serta R^2 yang lebih tinggi, menjadi pertimbangan utama dalam memilih persamaan yang digunakan. Dengan demikian model *power function* terpilih menjadi persamaan allometri yang digunakan untuk pendugaan biomassa batang, cabang dan ranting jenis bidara. Sedangkan untuk daun dengan nilai R^2 yang relatif kecil (0,163) dan nilai signifikansi $> 0,05$, maka dinyatakan tidak layak untuk digunakan. Pada Gambar 3 (grafik allometri biomassa daun) terlihat sebaran daunnya tidak membentuk pola tertentu, menunjukkan adanya variasi yang sangat tinggi pada biomassa daunnya.

Parameter lainnya yang dapat dijadikan acuan dalam pemilihan model persamaan

terbaik adalah *standart residual error* (RSE). Menurut Dumont *et al.* (2013), berdasarkan pengaruh dari nilai persentase eror, biomassa dapat menjadi *overestimated* atau *underestimated*, hubungannya yang terbaik dapat ditemukan menggunakan RSE.

Mc Cune dan Grace (2002), menyatakan bahwa pada kajian ekologi

dengan nilai RSE kurang dari 20% berarti hubungan antara variabel penjelas dengan variabel bergantungnya dapat diandalkan. Sementara Sileshi (2014), menyatakan bahwa persamaan allometri untuk pendugaan biomassa berkayu dapat diterima jika nilai RSE nya kurang dari 30%. Nilai RSE untuk masing-masing bagian pohon adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai Residual Standar Error data sampel bagian pohon
Table 2. Value of data Residual Standart Error for each tree component

RSE	Bagian pohon (<i>trees component</i>)			
	Batang (<i>stem</i>)	Cabang (<i>branch</i>)	Ranting (<i>twigs</i>)	Daun (<i>leaves</i>)
	0.249	0.233	0.289	0.539

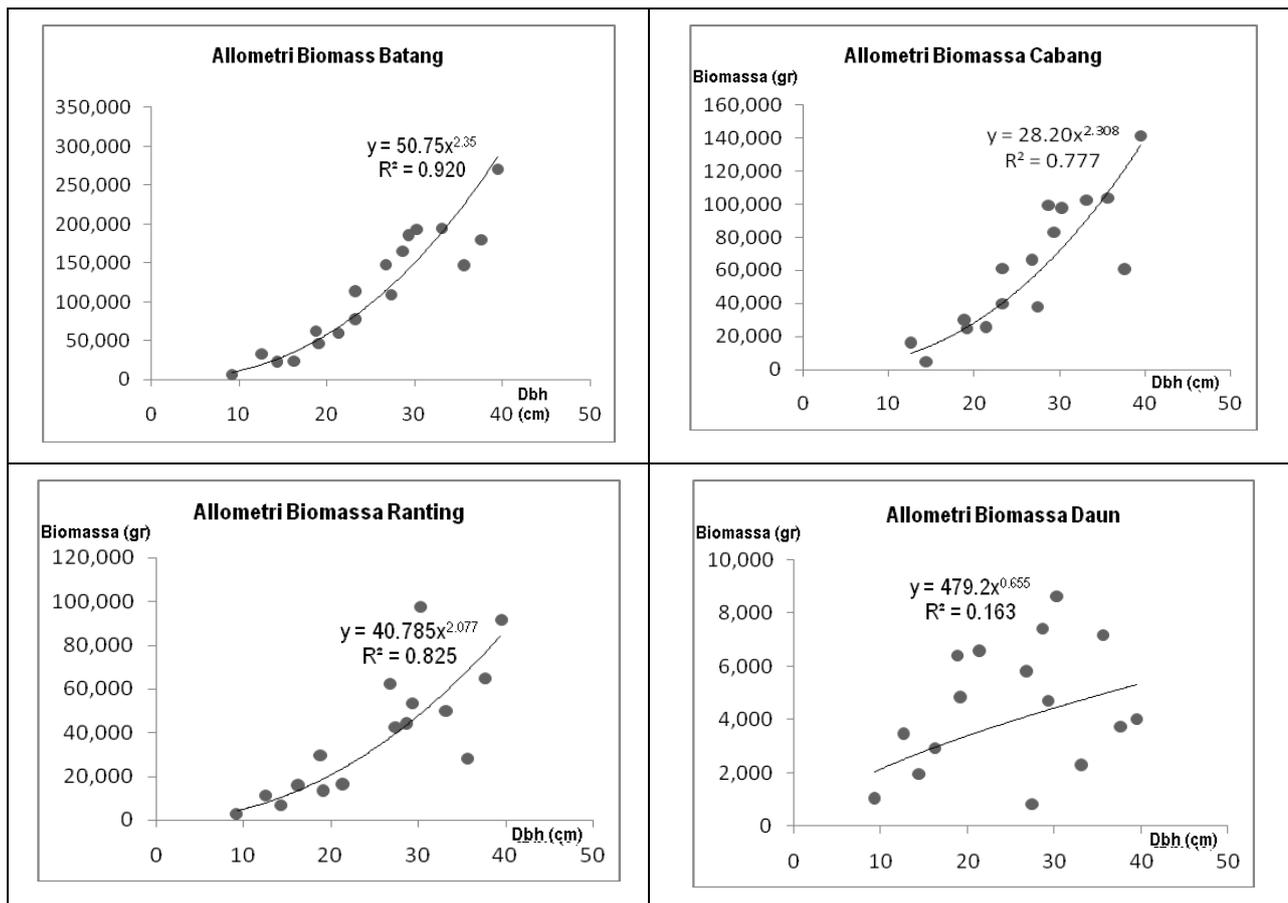
Sumber: data primer diolah (*source: processed primary data*)

Nilai RSE pada tabel 2 di atas untuk masing-masing bagian pohon, nilainya kurang dari 30%, dengan demikian persamaan yang dihasilkan layak untuk digunakan sebagai penduga biomassa, kecuali untuk bagian daun. Grafik allometri beserta persamaannya dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.

Gambar 3 menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) beserta persamaan *power function* yang terpilih. Diketahui nilai R^2 tertinggi adalah allometri untuk biomassa batang (0,92), diikuti selanjutnya adalah biomassa ranting, cabang dan daun berturut-turut nilainya 0,825; 0,777; 0,163. Pada allometri cabang terdapat pengurangan sebanyak 2 sampel, karena pohon sampel tidak memiliki cabang, sedangkan pada allometri biomassa ranting terdapat pengurangan sebanyak 2 sampel juga karena 2 sampel tersebut termasuk *outlier*. Pengurangan 2 sampel *outlier* pada allometri biomassa ranting ini mampu meningkatkan nilai R^2 dan menurunkan nilai SEE nya. Ini sebagaimana yang dinyatakan oleh (Oliveras *et*

al., 2013), bahwa nilai R^2 yang lebih tinggi menunjukkan persamaan yang lebih baik, dan ini akan mengecilkan nilai RSE nya. Sebaliknya pengurangan sampel pada allometri cabang meningkatkan nilai SEE nya meski tidak signifikan, ini karena jumlah sampelnya menjadi lebih kecil (Puspaningdiah *et al.*, 2014).

Pada bagian daun pohon bidara memiliki nilai R^2 yang rendah yakni hanya 0,163, artinya hanya sekitar 16% variasi dari variabel bergantung yang dapat dijelaskan oleh variabel bebasnya. Nilai ini sangat rendah, dan nilai SEE juga cukup tinggi yaitu 0,652, dengan nilai signifikansi di atas 5% yakni 0,12 yang berarti tidak berbeda nyata. Nilai R^2 yang rendah juga meningkatkan nilai RSE allometri biomassa daun dengan dbh. Nilai RSE yang dihasilkan adalah 0,539, yang berarti lebih besar dari 30%. Kondisi ini dapat dijelaskan berdasarkan pengamatan di lapangan bahwa daun bidara memiliki daur hidup yang berbeda dengan daur hidup pohonnya.



Sumber: data primer diolah (source: primary data processed)

Gambar 3. Grafik allometri bagian pohon (batang, cabang, ranting, daun) dengan dbh
Figure 3. Graphic of allometry between trees component with dbh

Daun bidara akan tumbuh cukup cepat pada awal pertumbuhan hingga kurang lebih pada ukuran DBH 25 cm, selanjutnya daun akan mulai gugur seiring dengan pertumbuhan pohonnya yang juga sudah mulai melambat. Sampai dengan ukuran DBH mencapai 30 cm daun sudah tinggal sedikit saja, hingga pada pohon ukuran DBH 40 cm daun bisa gugur seluruhnya. Penjelasan lainnya adalah adanya pengaruh api dan kekeringan pada pertumbuhan bidara. Bidara yang mengalami kebakaran akan memberikan respon pertumbuhan daun yang berbeda-beda pada kelas pertumbuhan yang berbeda (Grice, 1997).

Demikian pula terhadap kekeringan,

bidara beradaptasi dengan baik pada kondisi iklim yang kering dengan variasi responnya yang bisa berbeda nyata (Kala & Godara, 2011; Maraghi, Gorai, & Neffati, 2011), diantaranya dengan kecenderungan mengurangi pertumbuhannya daripada pertumbuhan akarnya (Lisar et al. 2012; Bhatt et al. 2008). Dengan demikian grafik pertumbuhan daun bidara diduga kuat berbeda dengan model pertumbuhan pohonnya, perlu strategi waktu yang tepat untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi yang cukup tinggi (>0,5) pada allometrinya. Jumlah sampel untuk daun juga perlu diperbanyak dengan kelas diameter yang lebih rinci.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Persamaan allometri biomassa batang, cabang dan ranting dengan dbh untuk jenis bidara (*Z. mauritiana*), yang terbaik adalah model persamaan *power function*, dengan persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Allometri biomassa dengan batang : } y = 50,75x^{2,35}$$

$$\text{Allometri biomassa dengan cabang : } y = 28,20x^{2,308}$$

$$\text{Allometri biomassa dengan ranting : } y = 40,785x^{2,077}$$

Persamaan ini berlaku spesifik untuk lokasi penelitian dan Pulau Timor pada umumnya yang memiliki kondisi lingkungan sama.

Selanjutnya persamaan allometri biomassa daun dengan dbh jenis bidara pada penelitian ini tidak dapat digunakan karena nilai koefisien determinasi yang rendah yakni 0,163 dan nilai signifikansi > 0,05, serta RSE>30%.

B. Saran

Perlu adanya penelitian yang lebih detail dan akurat lagi terkait biomassa daun bidara, yang pada penelitian ini diketahui memiliki daur pertumbuhan yang tidak linier dengan daur pertumbuhan pohon. Penelitian lebih lanjut terkait biomassa daun, sebaiknya dilakukan pada musim penghujan atau pada lokasi yang belum terkena kebakaran.

Allometri yang dihasilkan penelitian ini, mungkin tidak sesuai untuk digunakan di luar Pulau Timor. Disarankan hanya digunakan untuk lokasi yang berada di dalam wilayah Kabupaten TTU dan Pulau Timor pada umumnya yang memiliki kondisi lingkungan sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami tujukan kepada Saudara Martinus Lalus, selaku teknisi litkayasa di Balai Litbang LHK Kupang yang telah banyak membantu kami selama di lapangan. Masyarakat Desa Letmafo dan Desa Keun yang telah bersedia merelakan pohonnya sebagai sampel untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agu, Y. P. E. S., dan Neonbeni, Y. (2019). Identifikasi Model Pengelolaan Lahan Kering Dataran Tinggi Berbasis Agroforestri Tradisional di Pulau Timor. *Savana Cendana*, 4(1), 12–16.
- As-syakur, A. R. (2007). Identifikasi Hubungan Fluktuasi nilai SOI Terhadap Curah Hujan Bulanan di Kawasan batukaru-Bedugul, Bali. *Jurnal Bumi Lestari*, 7(2), 123–129.
- Banin, L., Feldpausch, T. R., Phillips, O. L., Baker, T. R., Lloyd, J., Affum-Baffoe, K., ... Lewis, S. L. (2012). What controls tropical forest architecture? Testing environmental, structural and floristic drivers. *Global Ecology and Biogeography*, 21, 1179–1190. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00778.x>
- Basuki, T. M., van Laake, P. E., Skidmore, A. K., & Hussin, Y. A. (2009). Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. *Forest Ecology and Management*, 257, 1684–1694. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.027>
- Bhatt, M. J., Patel, A. D., Bhatti, P. M., & Pandey, A. N. (2008). Effect Of Soil Salinity On

- Growth , Water Status And Nutrient Accumulation In Seedlings Of *Ziziphus mauritiana* (RHAMNACEAE). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16, 383–401.
- BPKH Wilayah XIV. (2017). Peta Tutupan Lahan Provinsi NTT tahun 2016. BPKH Wil. XIV Kupang. Kupang.
- Centre, B. E. (2011). Testing moisture content (simple method). United Kingdom: Forest Comission.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., ... Vieilledent, G. (2014). Improved pantropical allometric models to estimate the above ground biomass of tropical forests. *Glob Change Biol.* <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Diedhiou, I., Diallo, D., Mbengue, A. A., Hernandez, R. R., Bayala, R., Dieme, R., ... Sene, A. (2017). Allometric equations and carbon stocks in tree biomass of *Jatropha curcas* L . in Senegal's Peanut Basin. *Global Ecology and Conservation*, 9, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.11.007>
- Djogo, T., Juhan, M., Aoetpah, A., & McCallie, E. (2007). Management of Tecoma Stans Fallows in Semi-arid, Nusa Tenggara Timur, Indonesia. In M. Cairns (Ed.), *Voices From The Forest: Integrating Indigenous knowledge into Sustainable Upland Farming* (pp. 190–202). Washington: Resources for the Future.
- Dumont, C., Mentré, F., Gaynor, C., Brendel, K., Gesson, C., & Chenel, M. (2013). Optimal sampling times for a drug and its metabolite using simcyp® simulations as prior information. *Clinical Pharmacokinetics*, 52(1), 43–57. <https://doi.org/10.1007/s40262-012-0022-9>
- Emadi, D., & Mahfoud, M. (2011). Comparison of Artificial Neural Network and Multiple Regression analysis techniques in predicting the mechanical properties of A356 alloy. *Procedia Engineering*, 10, 589–594. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.04.098>
- Ernawati, D., & Widyawati, D. (2015). Pengaruh Profitabilitas, Leverage Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Nilai Perusahaan. *Jurnal Ilmu Dan Riset Akuntansi*, 4(4), 17.
- Fayolle, A., Doucet, J., Gillet, J., Bourland, N., & Lejeune, P. (2013). Tree allometry in Central Africa : Testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 305, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.036>
- Feldpausch, T. R., Banin, L., Phillips, O. L., Baker, T. R., Lewis, S. L., Quesada, C. A., ... Lloyd, J. (2011). Height-diameter allometry of tropical forest trees. *Biogeosciences*, 8, 1081–1106. <https://doi.org/10.5194/bg-8-1081-2011>
- Ford, P. . L. (2009). GRASSLANDS AND SAVANNAS. In *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* (Vol. Vol. III, pp. 252–261). EOLSS Publisher Co. Ltd.
- Gottsberger, G., & Silberbauer-Gottsberger, I. (2009). Tropical Savannas - Introduction. In *Tropical Biology And Conservation Management* (Vol. Vol. X, pp. 341–351).

EOLSS Publisher Co. Ltd.

- Govett, R., Mace, T., Utilization, W., & Bowe, S. (2010). A Practical Guide For The Determination Of Moisture Content. Wisconsin.
- Grice, A. C. (1997). Post-fire regrowth and survival of the invasive tropical shrubs *Cryptostegia grandiflora* and *Ziziphus mauritiana*. *Austral Ecology*, 22(1), 49–55. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1997.tb00640.x>
- Hendrik, A. C. (2017). Karakteristik Populasi dan Preferensi Ekologis Kabesak (*Acacia leucophloea*) di Timor Barat. Institut Pertanian Bogor.
- Henry, M., Picard, N., Trotta, C., Manlay, R. J., Valentini, R., Bernoux, M., & Saint-Andre, L. (2011). Estimating tree biomass of Sub-Saharan African forests: A review of available allometric equations. *Silva Fennica*, 45(3 B), 477–569. <https://doi.org/10.1055/s-2002-20437>
- Japariato, E., & Sugiharto, S. (2011). Pengaruh Shopping Life Style Dan Fashion Involvement Terhadap Impulse Buying Behavior Masyarakat High Income Surabaya. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 6(1), 32–41. <https://doi.org/10.9744/pemasaran.6.1.32-41>
- Jara, M. C., Henry, M., Réjou-méchain, M., Wayson, C., Zapata-cuartas, M., Piotto, D., ... Westfall, J. (2015). Guidelines for documenting and reporting tree allometric equations. *Annals of Forest Science*, 72, 763–768. <https://doi.org/10.1007/s13595-014-0415-z>
- Kala, S., & Godara, A. K. (2011). Effect of Moisture Stress on Leaf Total Proteins , Proline and Free Amino Acid Content in Commercial Cultivars of *Ziziphus Mauritiana*. *Journal of Scientific Research*, 55, 65–69.
- Lisar, S. Y. S., Motafakkerzad, R., Hossain, M. M., & Rahman, I. M. M. (2012). *Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses*. (P. I. M. M. Rahman, Ed.) (online). InTech. Retrieved from <http://www.intechopen.com/books/water-stress/water-stress-in-plants-causes-effects-and-responses>
- Maraghni, M., Gorai, M., & Neffati, M. (2011). The Influence of Water-Deficit Stress on Growth, Water Relations and Solute Accumulation in Wild Jujube (. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 1(2), 63–72.
- Mascaro, J., Litton, C. M., Hughes, R. F., Uowolo, A., & Schnitzer, S. A. (2011). Minimizing Bias in Biomass Allometry: Model Selection and Log-transformation of Data. *Biotropica*, 43(6), 649–653. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00798.x>
- Mbow, C., Verstraete, M. M., Sambou, B., Diaw, A. T., & Neufeldt, H. (2014). Allometric models for aboveground biomass in dry savanna trees of the Sudan and Sudan-Guinean ecosystems of Southern Senegal. *Journal of Forest Research*, 19(3), 340–347. <https://doi.org/10.1007/s10310-013-0414-1>
- McCune, B., Grace, J. B., & Urban, D. L. (2002). *Analysis of Ecological Communities*. Gleneden Beach. OR. USA.
- Monk, K. A., Fretes, Y. De, & Reksodiharjo-Lilly,

- G. (1997). *The ecology of Nusa Tenggara and Maluku* / . (Periplus). Hongkong: Oxford University Press.
- Moussa, M., Mahamane, L., & Saadou, M. (2015). Allometric Equations for Biomass Estimation of Woody Species and Organic Soil Carbon Stocks of Agroforestry Systems in West African: State Of Current Knowledge. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 2(10), 17–33.
- Munparidi. (2012). Pengaruh Kepemimpinan, Motivasi, Pelatihan, Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Musi Kota Palembang. *Jurnal Orasi Bisnis*, VII(Mei), 47–54. Retrieved from jurnal.polsri.ac.id
- Ndappa, O., Nama, Y. F. M., Lalel, H. J. D., Kaho, N. R., Mahayasa, I. N. W., & Suaeudin. (2017). Pemetaan Keberadaan Buah Minor di Pulau Timor Menggunakan Open Data Kit (No. ke-2). Kupang.
- Nelson, B. W., Mesquita, R., Pereira, J. L. G., De, S. G. A., Teixeira, G., & Bovino, L. (1999). Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon. *Forest Ecology and Management*, 117, 149–167.
- Oliveras, I., Eynden, M. V. A. N. D. E. R., Malhi, Y., Cahuana, N., Menor, C., Zamora, F., & Haugaasen, T. (2013). Grass allometry and estimation of above-ground biomass in tropical alpine tussock grasslands. *Austral Ecology*, 39(4), 8. <https://doi.org/10.1111/aec.12098>
- Packard, G. C. (2014). Multiplicative by Nature: Logarithmic Transformation in Allometry. *Journal of Experimental Zoology*, (Mol.Dev.E(322B)), 202–207. <https://doi.org/10.1002/jez.b.22570>
- Popescu, S. C. (2007). Estimating biomass of individual pine trees using airborne lidar. *Biomass and Bioenergy*, 31(9), 646–655. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.06.022>
- Puspaningdiah, M., Solichin, A., & Ghofar, A. (2014). Aspek Biologi Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) DI PERAIRAN Rawa Pening, Kabupaten Semarang. *Journal of Maquares*, 3, 75–82.
- Rameshkumar, S., & Eswaran, K. (2013). Ecology , Utilization and Coastal Management of Salt Tolerant Plants (Halophytes and Mangroves) of Mypad Coastal Regions , Andhra Pradesh, India. *International Journal of Environmental Biology*, 3((1)), 1–8.
- Rathore, S. K., Bhatt, S., Dhyani, S., & Jain, A. (2012). Preliminary Phytochemical Screening Of Medicinal Plant Ziziphus Mauritiana Lam. Fruits. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 4(3), 160–162.
- Shi, L., & Liu, S. (2017). Methods of Estimating Forest Biomass : A Review Methods of Estimating Forest Biomass : A Review. In J. S. Tumuluru (Ed.), *Biomass Volume Estimation and Valorization for Energy Accordingly*, (p. 46). London: IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/62678>
- Sileshi, G. W. (2014). A critical review of forest biomass estimation models , common mistakes and corrective measures. *Forest Ecology and Management*, 329, 237–254. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.06.026>
- Siregar, C. A., & Dharmawan, I. W. S. (2011).

Stok Karbon Tegakan Hutan Alam Dipterokarpa Di Pt. Sarpatim, Kalimantan Tengah (Carbon Stock of Dipterocarp Natural Forest Stands at PT. Sarpatim, Central Kalimantan). *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 8(4), 337–348.

Ling., 11(3), 353–361.

Wibowo, A. 2009. *RPI Pengembangan Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Kehutanan*. Puslitsosek Bogor. Bogor

Sluiter, A., Sluiter, J., Wolfrum, E., Reed, M., Ness, R., Scarlata, C., & Henry, J. (2016). Biomass and Bioenergy Improved methods for the determination of drying conditions and fraction insoluble solids (FIS) in biomass pretreatment slurry. *Biomass and Bioenergy*, 91, 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.05.027>

Sutaryo, D. (2009). *Penghitungan Biomassa: Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon*. Wetlands International Indonesia Programme.

Sutomo. (2015). Asal Usul Formasi Savana : Tinjauan Pustaka dari Savana di Nusa Tenggara Timur dan Hasil Penelitian di Savana Baluran Jawa Timur. In G. N. Njurumana, S. Raharjo, M. L. Riwu Kaho, H. Kurniawan, & M. Hidayatullah (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Savana Nusa Tenggara* (pp. 246–265). Kupang: Balai Penelitian Dan Pengembangan Lhk Kupang.

West, P. W. (2015). *Tree and Forest Measurement* (3rd ed.). Springer International Publishing AG Switzerland. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Widiyono, W. (2010). Inventarisasi Jenis-jenis Tumbuhan dan Kesesuaian Lahan untuk Konservasi Daerah Tangkapan Sumber Mata Air “Wetihu” Desa Baudaok Kecamatan Tasifeto Timur-Belu. *Jurnal Tek.*

