

## Pendugaan Biomassa Atas Permukaan *Acacia mangium* Willd. pada Areal Revegetasi Pertambangan Batu Bara

### *Above-Ground Biomass Estimation of Acacia mangium Willd. in Revegetation Area of Coal Mining*

Oleh:

Erfanda Irawan<sup>1</sup>, Irdika Mansur<sup>2,\*</sup>, Iwan Hilwan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam & Lingkungan. Sekolah Pascasarjana IPB. Jl. Raya Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat

<sup>2</sup> Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, IPB. Jl. Raya Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat

\* email: irdikam@gmail.com

#### ABSTRAK

*Acacia mangium* Willd. dikategorikan sebagai spesies invasif di areal revegetasi pertambangan batu bara. Keberadaan *A. mangium* mengakibatkan tempat tumbuh tanaman revegetasi semakin kekurangan bahan organik. Kelimpahan biomassa *A. mangium* dapat digunakan sebagai sumber bahan organik untuk pembenah tanah dalam upaya peningkatan kesuburan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model alometrik biomassa atas permukaan *A. mangium* dan mengestimasi potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* di areal revegetasi PT Wahana Baratama Mining (PT WBM) dengan luasan sekitar 829,83 ha. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-April 2019. Populasi dan distribusi *A. mangium* dikumpulkan melalui kegiatan inventarisasi vegetasi dengan intensitas pengambilan sampel sebesar 0,5%. Model-model alometrik dibangun menggunakan metode destruktif. Model alometrik biomassa atas permukaan dari *A. mangium* dibagi menjadi empat kelas diameter, yaitu semai ( $B = 0,002002 - 0,02469D + 0,07322D^2$  dengan  $R^2(\text{adj}) = 99,38\%$ ), pancang ( $B = 2,754 - 1,742D + 0,4093D^2$  dengan  $R^2(\text{adj}) = 99,89\%$ ), tiang ( $B = -9,16 - 1,153D + 0,5007D^2$  dengan  $R^2(\text{adj}) = 99,96\%$ ), dan pohon ( $B = 0,134741D^{2,38}$  dengan  $R^2(\text{adj}) = 96,94\%$ ). Model alometrik tersebut digunakan untuk mengestimasi total potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* dengan menggunakan data hasil inventarisasi. Hasil inventarisasi menunjukkan bahwa kerapatan rata-rata *A. mangium* adalah 13.187 individu/ha dengan rata-rata diameter sebesar 5,64 cm. Total potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* di areal revegetasi PT WBM diestimasikan mencapai 51.022,59 ton. Biomassa atas permukaan *A. mangium* tersebut sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pembenah tanah dan dapat mencukupi kebutuhan bahan organik di seluruh areal revegetasi PT WBM.

**Kata kunci:** *Acacia mangium*, biomassa, reklamasi, revegetasi, tambang batu bara

#### ABSTRACT

*Acacia mangium* Willd. is categorized as an invasive species in the revegetation area of coal mining. The presence of *A. mangium* causes a shortage the organic matter in the revegetation area. The abundance of *A. mangium* biomass could be used as a source of organic material for soil enhancer to improve soil fertility. The objective of this study was to develop allometric models of *Acacia mangium* and to estimate the potential above-ground biomass of *A. mangium* in PT Wahana Baratama Mining (PT WBM). This study was conducted in February-April 2019. *A. mangium* population and distribution were collected through vegetation inventory with 0.5%

sampling intensity. The allometric models were established using a destructive method. The above-ground biomass allometric model for the four diameter classes are as follows: seedlings ( $B = 0,002002 - 0,02469D + 0,07322D^2$  with  $R^2_{(adj)} = 99,38\%$ ), saplings ( $B = 2,754 - 1,742D + 0,4093D^2$  with  $R^2_{(adj)} = 99,89\%$ ), poles ( $B = -9,16 - 1,153D + 0,5007D^2$  with  $R^2_{(adj)} = 99,96\%$ ), and trees ( $B = 0,134741D^{2,38}$  with  $R^2_{(adj)} = 96,94\%$ ). The allometric models were used to estimate the above-ground biomass potential total of *A. mangium* by using inventory data. The inventory result showed that the mean density of *A. mangium* is 13.187 individuals/ha with a mean diameter of 5,64 cm. The potential above-ground biomass of *A. mangium* in PT WBM revegetation area is estimated at up to 51.022,59 tons. The above-ground biomass of *A. mangium* has potential value to be utilized as a soil enhancer as well as meet the needs of organic material for the whole PT WBM revegetation areas.

**Keywords:** above-ground biomass, coal mining, *Acacia mangium*, reclamation, revegetation

## PENDAHULUAN

Permudaan alami adalah pengadaan tegakan baru dalam peremajaan hutan secara alami, tanpa dilakukan campur tangan manusia (Damayanti et al. 2017). Permudaan alami dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya (Mawazin dan Subiakto 2013), misalnya ketinggian dan penutupan kanopi (Mirmanto 2014). Permudaan *Acacia mangium* Willd. banyak tumbuh secara alami di areal revegetasi dari operasi pertambangan yang dilakukan di areal bekas hutan tanaman industri (HTI) *A. mangium*. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, pertumbuhan *A. mangium* tidak dapat dikontrol oleh perusahaan. Hal ini menyebabkan terjadinya persaingan antara tanaman revegetasi dan permudaan *A. mangium* untuk mendapatkan unsur hara dan air dari tanah. Dengan demikian, ruang tumbuh yang dimiliki tanaman revegetasi menjadi kurang baik. Oleh karena itu, keberadaan *A. mangium* di areal revegetasi dianggap sebagai suatu gangguan yang dapat menghambat kegiatan revegetasi. Hal ini menunjukkan bahwa *A. mangium* merupakan spesies invasif pada areal revegetasi. Hasil ini selaras dengan studi yang dilakukan oleh Nursanti dan Adriadi (2018) yang mengkategorikan *A. mangium* ke dalam jenis invasif. Sebagai bentuk pengendalian, permudaan *A. mangium* yang tumbuh liar tersebut ditebas. Hasil pembersihan permudaan *A. mangium* tersebut mengandung biomassa yang melimpah, namun pihak perusahaan belum memanfaatkan potensi tersebut.

Perusahaan sangat membutuhkan bahan organik untuk memperbaiki kualitas tanah di lahan pascatambangnya sebagai upaya peningkatan keberhasilan revegetasi. Salah satu cara untuk meningkatkan bahan organik tanah adalah peningkatan masukan biomassa (Supriyadi 2008). Biomassa yang terkandung pada tegakan *A. mangium* tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik pembenah tanah. Menurut Krisnawati et al. (2011), setiap fraksi pohon *A. mangium* memiliki proporsi yang berbeda terkait potensi biomassa, yaitu sekitar 55–80% (batang), 10–22% (cabang), 7–10% (kulit) dan 2–9% (daun). Sampepana dan Priatni (2010) melakukan percobaan pemanfaatan limbah kulit kayu *A. mangium* berbagai cara pemanfaatan, baik memanfaatkan kulit kayu *A. mangium* secara murni maupun mencampur kulit kayu *A. mangium* dengan berbagai bahan yang berbeda komposisinya. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah limbah kulit kayu *A. mangium* dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik.

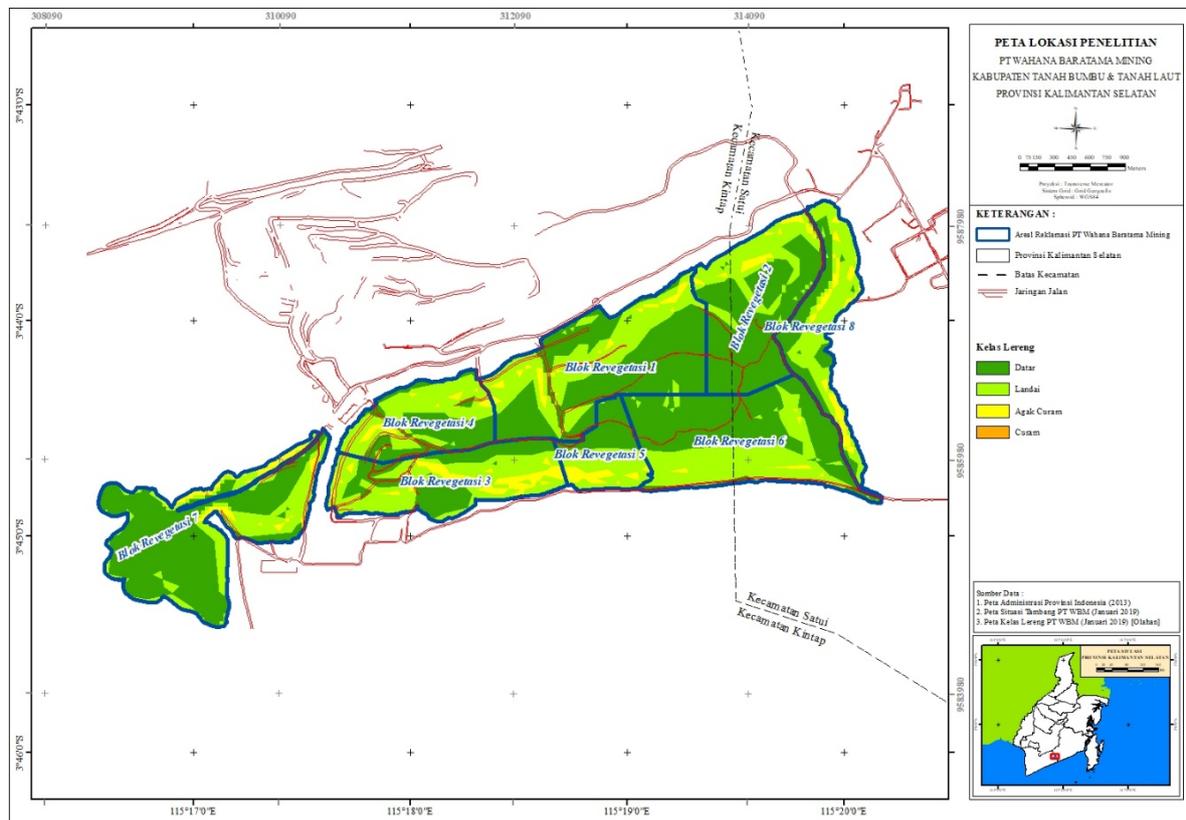
Pembenah tanah adalah bahan-bahan sintesis atau alami, organik atau mineral berbentuk padat atau cair yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Kementerian Pertanian Republik Indonesia 2006). Pemberian pembenah tanah bertujuan untuk menyuburkan tanah areal revegetasi dan meningkatkan kualitas hidup bagi tanaman revegetasi. Penggunaan

pembenah tanah merupakan cara yang dapat ditempuh untuk mempercepat proses pemulihan kualitas lahan (Dariah et al. 2015).

Perhitungan potensi biomassa di areal pertambangan sangat diperlukan. Perusahaan dapat merencanakan strategi pengelolaan tegakan *A. mangium* dengan adanya informasi terkait potensi biomassa pada areal revegetasi sebagai sumber bahan organik yang dapat dijadikan pembenah tanah. Tujuan dari studi ini adalah membentuk model alometrik biomassa atas permukaan tanah dari beberapa kelas diameter dan setiap fraksi *A. mangium*. Model alometrik tersebut dapat digunakan untuk mengestimasi potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* di areal revegetasi PT Wahana Baratama Mining (PT WBM) sebagai bahan pembenah tanah (kompos atau mulsa).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di areal revegetasi pertambangan batu bara PT Wahana Baratama Mining (PT WBM), Kabupaten Satui, Kecamatan Tanah Bumbu serta Kabupaten Kintap, Kecamatan Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan (Gambar 1). Penelitian dilakukan selama bulan Februari - April 2019.

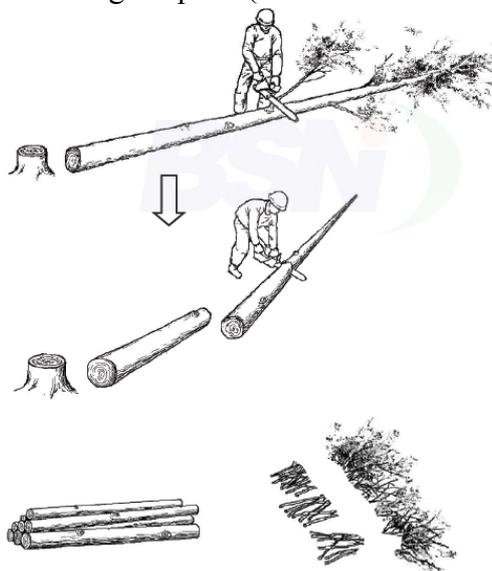


Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Pembentukan Model Alometrik

Bahan yang digunakan untuk membentuk model alometrik biomassa adalah fraksi *A. mangium* di atas permukaan tanah (menggunakan *stratified sampling method*). Alat yang diperlukan untuk membentuk model alometrik *A. mangium* adalah *Global Positioning System* (GPS), alat pengukur diameter pohon (*phi band*), alat pengukur panjang pohon (pita ukur), *chain saw*, gergaji atau parang, gunting stek, karung, tali, timbangan digital 200 kg dengan ketelitian 0,01 kg, timbangan analitik 500 g dengan ketelitian 0,01 g, oven, alat tulis, dan *tally sheet*. *Software* yang digunakan untuk pengolahan data adalah *Minitab 18 for Windows*.

Metode yang digunakan pada kegiatan pembentukan model alometrik *A. mangium* adalah metode *destructive*. Metode *destructive* dilakukan dengan cara melakukan penebangan pohon contoh (Gambar 2). Metode yang paling akurat dalam pendugaan biomassa adalah metode *destructive* (Ketterings et al. 2001). Tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan pada kegiatan pembentukan model alometrik mengacu pada (Badan Standardisasi Nasional 2011).



**Gambar 2.** Pembagian fraksi pohon contoh (Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2011)).

Langkah awal pada kegiatan pembentukan model alometrik *A. mangium* adalah penentuan pohon contoh. Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2011), jumlah pohon contoh minimal pada tiap kelas diameter adalah 3 pohon contoh. Oleh karena itu, jumlah pohon contoh *A. mangium* yang digunakan pada studi ini sebanyak 16 pohon contoh. Terdapat 4 kelas diameter *A. mangium* pada studi ini, yaitu semai, pancang, tiang, dan pohon. Pohon contoh dipilih secara acak sebanyak 4 pohon contoh *A. mangium* di areal revegetasi PT WBM pada tiap kelas diameter berdasarkan hasil inventarisasi.

Sebelum ditebang, diameter setinggi dada (dbh) pohon contoh diukur menggunakan *phi band*. Untuk kelas diameter semai, pengukuran diameter dilakukan 5 cm di atas pangkal batang menggunakan jangka sorong. Total panjang pohon contoh yang diukur menggunakan pita ukur dilakukan setelah pohon dalam keadaan rebah. Masing-masing fraksi pohon contoh dipisahkan meliputi batang, cabang ranting, dan daun (Gambar 2). Pada fraksi batang, batang dibagi-bagi menjadi beberapa seksi (sub-fraksi batang) dengan mempertimbangkan bentuk, keseragaman, dan berat potongan. Setiap fraksi ditimbang untuk mengetahui berat basah total dari masing-masing fraksi dan diambil contoh uji minimal sebanyak 250 g. Contoh uji dikeringkan menggunakan oven pada kisaran suhu 70°C-85°C hingga mencapai berat konstan. Contoh uji tersebut kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui berat kering contoh uji. Berat kering total dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$B_{kt} = \frac{B_{ks} \times B_{bt}}{B_{bs}}$$

dimana  $B_{kt}$  adalah berat kering total (kg),  $B_{ks}$  adalah berat kering contoh uji (g),  $B_{bt}$  adalah berat basah total (kg), dan  $B_{bs}$  adalah berat basah contoh uji (g).

Model alometrik biomassa *A. mangium* dapat dibentuk dengan menggunakan data diameter, panjang total, dan berat kering total pohon contoh. Terdapat dua alternatif pembentuk model alometrik biomassa *A. mangium*, yaitu hubungan antara diameter pohon contoh dengan berat kering total pohon contoh serta hubungan antara diameter dan panjang pohon contoh

dengan berat kering total pohon contoh. Pembentukan model alometrik biomassa dapat dilakukan dengan beberapa persamaan regresi (Witno et al. 2018), antara lain:

$$\begin{aligned} \text{Regresi linier berganda:} & Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \\ \text{Regresi logaritmik:} & Y = b_0 + b_1\ln X_1 + b_2\ln X_2 + \dots + b_n\ln X_n \\ \text{Regresi kuadratik:} & Y = b_0 + b_1X_1^2 + b_2X_2^2 + \dots + b_nX_n^2 \\ \text{Regresi eksponensial:} & Y = \exp(b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n) \\ \text{Regresi berpangkat:} & Y = b_0X_1^{b_1} + X_2^{b_2} + \dots + X_n^{b_n} \end{aligned}$$

dimana  $Y$  adalah variabel terikat (biomassa dalam ton/ha),  $b_0$  adalah koefisien regresi,  $b_n$  adalah koefisien variabel bebas, dan  $X_n$  adalah variabel bebas (diameter dan/atau tinggi pohon contoh).

Pengujian terhadap model alometrik yang terbentuk dilakukan berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). Nilai  $R^2$  berkisar dari 0 sampai 1. Semakin kecil nilai  $R^2$  (mendekati nilai 0) berarti pengaruh variabel bebas (diameter dan panjang pohon contoh) terhadap variabel terikat (biomassa) semakin lemah, sedangkan semakin besar nilai  $R^2$  (mendekati nilai 1) menunjukkan variabel bebas memiliki pengaruh yang semakin kuat terhadap variabel terikat.

### Inventarisasi *Acacia mangium* Willd.

Bahan yang diperlukan pada kegiatan inventarisasi *A. mangium* adalah hasil potret udara dan *shapefile* situasi tambang PT WBM. Bahan ini digunakan untuk memberikan informasi awal kondisi areal revegetasi di PT WBM sebagai acuan penentuan petak contoh inventarisasi. Alat yang digunakan pada kegiatan inventarisasi *A. mangium* adalah *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*, *Global Positioning System (GPS)*, alat pengukur diameter pohon (*phi band*), peta areal revegetasi PT WBM, kompas, tali pembatas petak contoh, jangka sorong, alat tulis, dan *tally sheet*. *Software* yang digunakan pada kegiatan inventarisasi *A. mangium* adalah *ArcMap 10.4 for Windows* dan *Microsoft Excel 2016 for Windows*.

Tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan pada kegiatan inventarisasi *A. mangium* mengacu pada SNI (2011). Kegiatan inventarisasi dimulai dengan melakukan survei ke lokasi studi dan melakukan potret udara menggunakan UAV. Hasil survei berupa potret udara dijadikan acuan pengambilan petak contoh. Data *shapefile* diolah menggunakan *ArcMap 10.4 for Windows* untuk mengetahui luasan masing-masing blok revegetasi PT WBM. Petak contoh ditentukan dengan metode *stratified sampling* dengan intensitas sampling sebesar 0,5% dari luasan masing-masing blok revegetasi. Petak contoh yang digunakan pada studi ini berukuran 20 m × 50 m (luas 0,1 ha) sesuai dengan Gambar 3 (Rusolono et al. 2015).

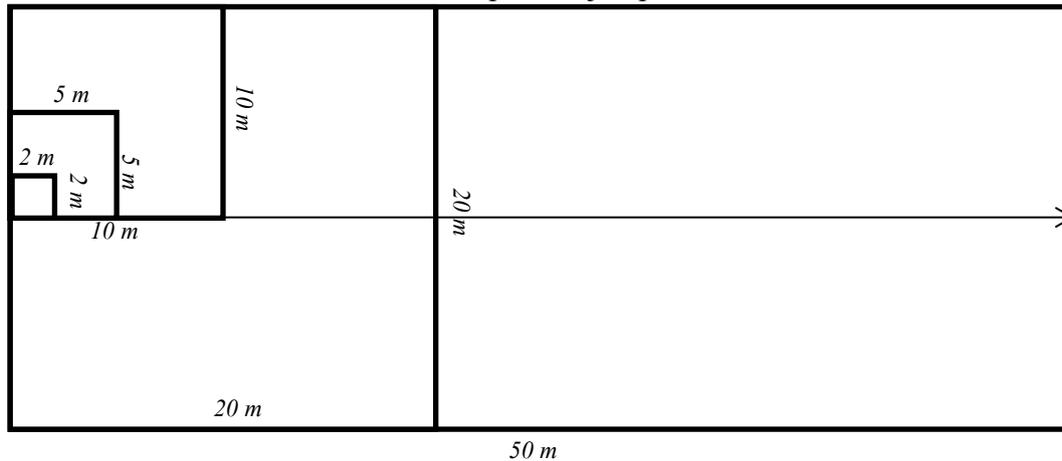
Jumlah petak contoh pada masing-masing blok revegetasi berbeda-beda sesuai dengan luasannya. Tabel 1 menunjukkan jumlah petak contoh pada masing-masing blok revegetasi.

**Tabel 1.** Jumlah petak contoh pada setiap blok revegetasi PT WBM.

Blok Revegetasi	Luas Blok (ha)	Luas Petak Contoh (ha)	Jumlah Petak Contoh
1	154,86	0,7	7
2	110,70	0,6	6
3	96,29	0,5	5
4	70,75	0,3	3
5	40,80	0,2	2
6	139,77	0,7	7
7	148,88	0,7	7
8	67,78	0,3	3

Parameter yang diukur pada kegiatan inventarisasi hanya diameter, dikarenakan adanya kesulitan dalam melakukan pengukuran tinggi pohon di lapangan serta mempertimbangkan faktor efisiensi waktu dan tenaga. Pada prakteknya di lapangan, potensi kesalahan pengukuran

tinggi pohon sangat besar. Hal tersebut dapat disebabkan beberapa faktor, yaitu *human error*, keakuratan alat ukur dan kondisi kerapatan tajuk pohon.



Gambar 3. Bentuk petak contoh.

Potensi biomassa masing-masing pohon diperoleh dari diameter yang dijadikan nilai variable bebas dalam model alometrik yang telah terbentuk. Biomassa petak contoh diperoleh dari penjumlahan biomassa masing-masing individu pohon. Dengan demikian, dapat diduga potensi biomassa *A. mangium* per hektar dan potensi biomassa *A. mangium* total pada areal revegetasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Permudaan alami *A. mangium* di areal revegetasi PT WBM memiliki kerapatan yang tergolong sangat rapat pada setiap blok revegetasi. Kerapatan tertinggi terdapat pada blok revegetasi 5 sebesar 3.600 individu/ha, sedangkan kerapatan terendah terdapat pada blok revegetasi 7 sebesar 1.500 individu/ha. Kelas diameter yang mendominasi adalah tingkat pancang yang ditunjukkan dengan rata-rata diameter yang berkisar 4,41-8,61 cm (Tabel 2).

Tabel 2. Rataan diameter dan kerapatan *A. mangium* pada areal revegetasi PT WBM.

Blok Revegetasi	Rataan Diameter (cm)	Kerapatan (N/ha)
1	8,61	9.293
2	5,22	13.450
3	5,88	14.240
4	4,85	14.200
5	5,51	16.500
6	5,76	13.342
7	4,84	9.471
8	4,41	15.000

Hasil permudaan alami *A. mangium* memiliki kerapatan yang tinggi, sehingga dikategorikan sebagai spesies invasif yang mengganggu tanaman revegetasi dalam mendapatkan unsur hara dan air dalam tanah. Kehadiran spesies tumbuhan asing invasif diketahui memberikan dampak negatif terhadap ekosistem (Irwanto et al. 2017). Menurut Nursanti dan Adriadi (2018), berkembang pesatnya spesies invasif akan mengakibatkan perebutan unsur hara dan zat-zat mineral dengan tumbuhan asli. Selain itu, dampak negatif dari spesies invasif adalah menghalangi masuknya cahaya (Zulharman 2017).

Selain berdampak negatif, keberadaan *A. mangium* yang melimpah tersebut dapat berdampak positif bagi perusahaan. Hasil permudaan alami *A. mangium* mengandung biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik. Biomassa merupakan total berat kering dari bahan organik yang dinyatakan dalam satuan kilogram atau ton (Krisnawati et al. 2012). Biomassa pohon bagian atas adalah total berat kering tanur bagian pohon di atas permukaan tanah yang meliputi batang, cabang, ranting, daun, bunga, dan buah. Biomassa tegakan adalah akumulasi biomassa pohon per satuan luas area yang dinyatakan dalam satuan ton/ha (Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan 2013).

Hasil penelitian menghasilkan beberapa bentuk model alometrik biomassa atas permukaan *A. mangium* untuk setiap kelas diameter dan fraksi pohon. Dari beberapa model alometrik tersebut, terpilih satu model yang digunakan untuk menduga potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* pada setiap kelas diameter dan setiap fraksi. Tabel 3 menyajikan berbagai bentuk model alometrik biomassa atas permukaan *A. mangium*.

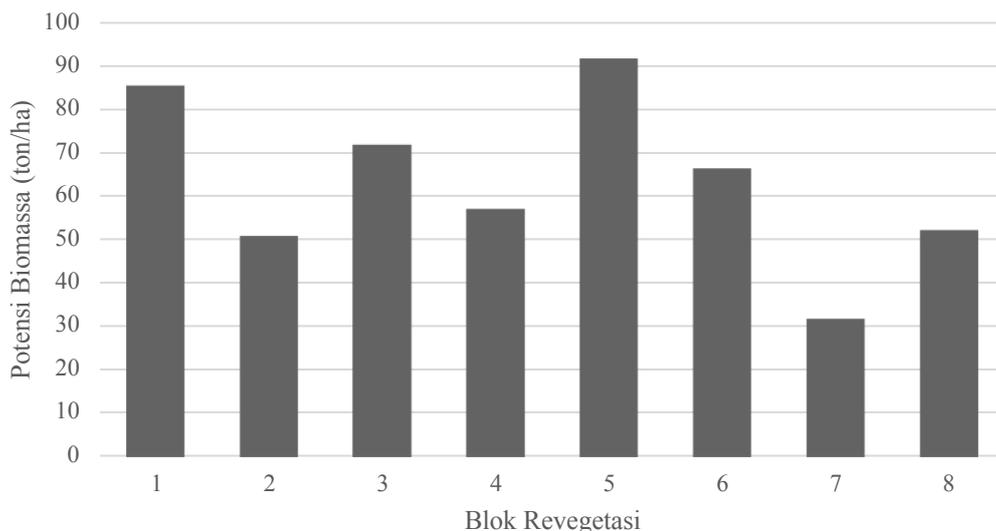
**Tabel 3.** Model alometrik biomassa atas permukaan *A. mangium* pada areal revegetasi PT WBM

Kelas Diameter	Fraksi	Model Alometrik	R <sup>2</sup> <sub>(adj)</sub>
Semai (>0 cm-2 cm)	Total	$B = -0,04293 + 0,1044D$	89,52%
	Biomassa	$B = 0,04797D^{2,624}$	99,25%
		$B = 0,002002 - 0,02469D + 0,07322D^2$	99,38%
		$B = -0,02111 + 0,1539D - 0,0615T$	99,10%
		Batang	$B = -0,01141 + 0,03544D$
		$B = 0,022037D^{2,398}$	96,83%
		$B = -0,006 + 0,01991D + 0,008813D^2$	94,91%
		$B = -0,00892 + 0,0411D - 0,00702T$	94,68%
	Cabang & Ranting	$B = -0,004279 + 0,008122D$	65,64%
		$B = 0,002706 - 0,01194D + 0,01138D^2$	96,97%
		$B = -0,0009 + 0,01578D - 0,00951T$	95,58%
	Daun	$B = -0,02725 + 0,06081D$	84,95%
$B = 0,02254D^{2,77}$		95,00%	
$B = 0,005296 - 0,03265D + 0,05303D^2$		99,88%	
$B = -0,01129 + 0,09705D - 0,04497T$		99,91%	
Pancang (>2 cm-10 cm)	Total	$B = -8,2 + 3,054D$	92,52%
	Biomassa	$B = 0,08414D^{2,486}$	99,49%
		$B = 2,754 - 1,742D + 0,4093D^2$	99,89%
		$B = -5,637 - 3,354D + 4,989T$	99,66%
		Batang	$B = -7,358 + 2,54D$
		$B = 0,0267D^{2,905}$	99,82%
		$B = 3,68 - 2,292D + 0,4124D^2$	99,91%
		$B = -4,788 - 3,88D + 5,001T$	99,37%
	Cabang & Ranting	$B = -0,5973 + 0,2569D$	82,04%
		$B = 0,0352D^{1,71}$	80,57%
		$B = 0,8203 - 0,3611D + 0,05297D^2$	95,95%
		$B = -0,2443 - 0,623D + 0,6871T$	99,61%
Daun	$B = -0,2452 + 0,2543D$	80,92%	
	$B = 0,0675D^{1,618}$	86,85%	
	$B = -1,746 + 0,9113D - 0,05607D^2$	98,74%	
	$B = -0,6045 + 1,1527D - 0,6994T$	99,88%	
Tiang (>10 cm-20 cm)	Total	$B = -110,9 + 13,51D$	98,36%
	Biomassa	$B = 0,0887D^{2,53}$	99,74%
		$B = -9,16 - 1,153D + 0,5007D^2$	99,96%

Kelas Diameter	Fraksi	Model Alometrik	R <sup>2</sup> <sub>(adj)</sub>	
Pohon (>20 cm-30 cm)	Batang	$B = -188,3 - 0,08D + 23,1T$	98,85%	
		$B = -80,06 + 9,304D$	94,76%	
		$B = 0,04613D^{2,608}$	99,88%	
		$B = 46,33 - 8,913D + 0,6219D^2$	99,83%	
	Cabang & Ranting	$B = -175,4 - 7,4D + 28,4T$	96,21%	
		$B = -19,46 + 2,667D$	99,86%	
		$B = 0,038994D^{2,289}$	97,63%	
		$B = -25,11 + 3,482D - 0,02782D^2$	99,99%	
	Daun	$B = -15,46 + 3,369D - 1,19T$	99,87%	
		$B = -11,39 + 1,541D$	95,61%	
		$B = 0,010765D^{2,55}$	91,86%	
		$B = -30,38 + 4,279D - 0,09345D^2$	99,75%	
	Pohon (>20 cm-30 cm)	Total Biomassa	$B = 2,5 + 3,99D - 4,16T$	96,46%
			$B = -407,1 + 28,12D$	96,12%
			$B = 0,134741D^{2,38}$	96,94%
			$B = 161,9 - 17,74D + 0,905D^2$	95,50%
Batang		$B = -532,2 + 3,66D + 44,7T$	99,41%	
		$B = -322,6 + 21,59D$	95,55%	
		$B = 0,071285D^{2,48}$	96,65%	
		$B = 192,2 - 19,9D + 0,8191D^2$	95,62%	
Cabang & Ranting		$B = -427,9 + 1,03D + 37,61T$	99,68%	
		$B = -47,54 + 3,704D$	97,80%	
		$B = 0,04295D^{2,153}$	96,82%	
		$B = -80,53 + 6,362D - 0,0525D^2$	96,23%	
Daun		$B = -50 + 3,22D + 0,89T$	95,76%	
		$B = -36,9 + 2,821D$	93,05%	
		$B = 0,045814D^{2,042}$	93,16%	
		$B = 50,26 - 4,204D + 0,1387D^2$	93,56%	
		$B = -54,33 - 0,584D + 6,23T$	99,64%	

Pertimbangan dalam memilih model alometrik biomassa atas permukaan *A. mangium* untuk setiap kelas diameter dan fraksi adalah nilai R<sup>2</sup><sub>(adj)</sub> serta penggunaan model alometrik tersebut. Studi ini memilih model alometrik yang menggunakan satu variabel bebas, yaitu diameter. Dengan menggunakan model alometrik biomassa atas permukaan terpilih dan data hasil inventarisasi, dapat diestimasi potensi biomassa *A. mangium* pada areal revegetasi. Gambar 4 menyajikan estimasi potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* per luasan pada masing-masing blok revegetasi.

Blok revegetasi 5 memiliki potensi biomassa atas permukaan per luasan terbesar yaitu 91,52 ton/ha, sedangkan blok revegetasi 7 merupakan blok revegetasi dengan potensi biomassa atas permukaan per luasan terkecil sebesar 31,71 ton/ha. Hal ini disebabkan oleh kerapatan dan rata-rata diameter *A. mangium*. Blok revegetasi 5 merupakan blok revegetasi dengan kerapatan tertinggi (16.500 pohon/ha) dan rata-rata diameter sebesar 5,51 cm, sedangkan blok revegetasi 7 merupakan blok revegetasi yang memiliki kerapatan *A. mangium* rendah (9.471 pohon/ha) dan rata-rata diameter kecil (4,84 cm). Rata-rata potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* per luasan pada areal revegetasi adalah 61,49 ton/ha.



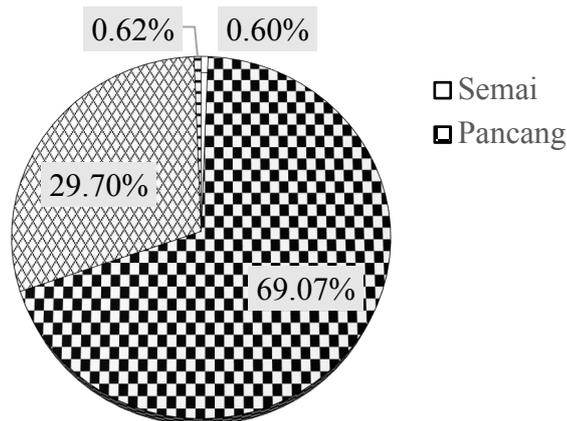
**Gambar 4.** Estimasi potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* per luasan pada masing-masing blok revegetasi PT WBM.

Estimasi total biomassa atas permukaan *A. mangium* pada areal revegetasi PT WBM adalah 51.022,59 ton. Blok revegetasi 1 merupakan blok dengan potensi biomassa atas permukaan terbesar sebesar 13.218,21 ton, sedangkan blok revegetasi 8 merupakan blok dengan potensi biomassa atas permukaan terkecil sebesar 3.533,74 ton.

**Tabel 4.** Estimasi potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* pada areal revegetasi PT WBM

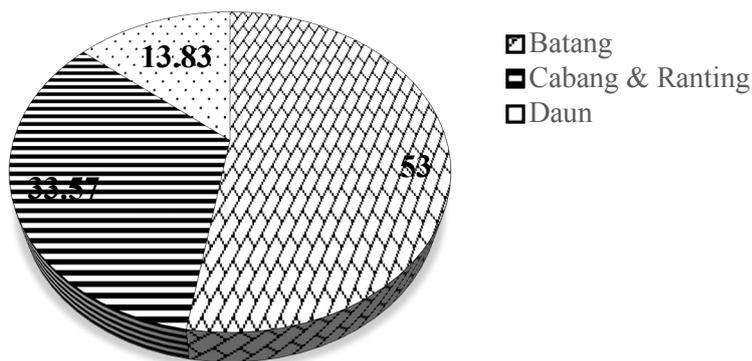
Blok Revegetasi	Luas Blok (ha)	Potensi Biomassa Atas Permukaan (ton)
1	154,86	13.218,21
2	110,70	5.623,43
3	96,29	6.909,16
4	70,75	4.032,32
5	40,80	3.734,19
6	139,77	9.251,22
7	148,88	4.720,32
8	67,78	3.533,74
Jumlah	829,83	51.022,59

Biomassa atas permukaan *A. mangium* berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik bagi perusahaan yang membutuhkan bahan organik dalam proses revegetasi. Kebutuhan kompos PT WBM adalah 5-10 ton/ha. Dengan demikian, total kompos yang dibutuhkan untuk seluruh areal revegetasi PT WBM adalah 4.149,15-8.298,30 ton. Dalam proses pembentukan kompos, bahan organik akan mengalami penyusutan sekitar 30-40%. Menurut Dewilda dan Apris (2016), kematangan kompos sejalan dengan penyusutan kompos sebesar 35% dari bahan awal. Studi yang dilakukan oleh Widiyaningrum dan Lisdiana (2015) menunjukkan bahwa penyusutan kompos berkisar 29,8-39,3%. Dengan demikian, kompos yang terbentuk dari biomassa atas permukaan *A. mangium* diperkirakan sebesar 30.613,55-35.715,81 ton.



**Gambar 5.** Proporsi kelas diameter terhadap potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* pada areal revegetasi PT WBM.

Kelas diameter *A. mangium* didominasi oleh tingkat pancang dengan estimasi total biomassa atas permukaan sebesar 34.994,63 ton atau 69,07%, sedangkan kelas diameter semai merupakan kelas diameter yang paling sedikit dengan estimasi total biomassa atas permukaan sebesar 304,98 ton atau 0,60% (Gambar 6). Kelas diameter pohon hanya terdapat pada blok revegetasi 1 sebesar 315,30 ton (0,62%). Adapun estimasi total biomassa atas permukaan tingkat tiang sebesar 15.407,69 ton (29,70%).



**Gambar 6.** Proporsi setiap fraksi terhadap potensi biomassa atas permukaan *A. mangium* pada areal revegetasi PT WBM.

Menurut Krisnawati et al. (2011), setiap fraksi pohon *A. mangium* memiliki proporsi yang berbeda terkait potensi biomassa, yaitu sekitar 55–80% (batang), 10–22% (cabang), 7–10% (kulit) dan 2–9% (daun). Hasil studi menunjukkan bahwa fraksi batang merupakan fraksi yang mendominasi proporsi biomassa atas permukaan *A. mangium* sebesar 52,60%, sedangkan fraksi cabang ranting dan daun memiliki proporsi sebesar 33,57% dan 13,83% dari total biomassa atas permukaan *A. mangium*.

## SIMPULAN

Model alometrik untuk mengestimasi total biomassa atas permukaan *A. mangium* yang terpilih pada kelas diameter semai adalah  $B = 0,002002 - 0,02469D + 0,07322D^2$  dengan  $R^2_{(adj)}$  sebesar 99,38%, pada kelas diameter pancang adalah  $B = 2,754 - 1,742D + 0,4093D^2$  dengan  $R^2_{(adj)}$  sebesar 99,89%), pada kelas diameter tiang adalah  $B = -9,16 - 1,153D + 0,5007D^2$  dengan  $R^2_{(adj)}$  sebesar 99,96%), dan pada kelas diameter pohon adalah  $B = 0,134741D^{2,38}$  dengan  $R^2_{(adj)}$

sebesar 96,94%. Total potensi biomassa *A. mangium* atas permukaan pada areal revegetasi PT WBM diestimasikan sebesar 51.022,59 ton. Kebutuhan kompos pada areal revegetasi PT WBM (5-10 ton/ha) dapat terpenuhi dengan memanfaatkan biomassa atas permukaan *A. mangium*. Jumlah ketersediaan kompos dari biomassa atas permukaan *A. mangium* mencapai 36-43 ton/ha.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 2013. Pedoman Penggunaan Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa dan Stok Karbon Hutan di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor, Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011a. SNI 7725:2011: Penyusunan Persamaan Alometrik untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan Berdasarkan Pengukuran Lapangan (Ground Based Forest Carbon Accounting). Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta, Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011b. SNI 7724:2011: Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon - Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta, Indonesia.
- Damayanti, D. R., Bintoro, A., and Santoso, T. 2017. Permudaan Alami Hutan di Satuan Pengelolaan Taman Nasional (SPTN) Wilayah III Kuala Penet Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Sylva Lestari* 5(1): 92–104. DOI: 10.23960/jsl1592-104
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. La, Hartatik, W., and Pratiwi, E. 2015. Pembena Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 9(2): 67–84. DOI: 10.2018/jsdl.v9i2.6571
- Dewilda, Y., and Apris, I. 2016. Studi Optimasi Kematangan Kompos dari Sampah Organik dengan Penambahan Bioaktivator Limbah Rumen dan Air Lindi. in: *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan* Padang, Indonesia.
- Irwanto, R., Abywijaya, I. K., and Mudiana, D. 2017. Kajian Pustaka Keanekaragaman Tumbuhan di Cagar Alam Pulau Sempu, Jawa Timur. in: *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* Masyarakat Biodiversitas Indonesia 138–146. DOI: 10.13057/psnmbi/m030123
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia tentang Pupuk Organik dan Pembena Tanah*. Indonesia.
- Ketterings, Q. M., Coe, R., Van Noordwijk, M., Ambagau, Y., and Palm, C. A. 2001. Reducing Uncertainty in the Use of Allometric Biomass Equation for Predicting Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forests. *Forest Ecology and Management* 146(1–3): 199–209. DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00460-6
- Krisnawati, H., Adinugroho, W. C., and Imanuddin, R. 2012. *Monograf Model-Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Bogor, Indonesia.
- Krisnawati, H., Kallio, M., and Kanninen, M. 2011. *Acacia mangium Willd.: Ekologi, Silvikultur, dan Produktivitas*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia. DOI: 0.17528/cifor/003479
- Mawazin, and Subiakto, A. 2013. Keanekaragaman dan Komposisi Jenis Permudaan Alam Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan di Riau. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal* 1(1): 59–73.
- Mirmanto, E. 2014. Permudaan Alami Kawasan Hutan Resort Cidahu, Taman Nasional Gunung Halimun–Salak, Jawa Barat. *Buletin Kebun Raya* 17(2): 91–100. DOI:

- 10.14203/bkr.v17i2.141
- Nursanti, and Adriadi, A. 2018. Keanekaragaman Tumbuhan Invasif di Kawasan Taman Hutan Raya Sultan Thaha Saifuddin, Jambi. *Media Konservasi* 23(1): 85–91. DOI: 10.29244/medkon.23.1.85-91
- Rusolono, T., Tiryana, T., Purwanto, J., and Sumantri, H. 2015. *Panduan Survei Cadangan Karbon dan Flora di Sumatera Selatan*. Palembang, Indonesia.
- Sampepana, E., and Priatni, A. 2010. Pemanfaatan Limbah Kulit Kayu Akasia untuk Pupuk Organik. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 4(7): 28–33. DOI: 10.26578/jrti.v4i7.1462
- Supriyadi, S. 2008. Kandungan Bahan Organik sebagai Dasar Pengelolaan Tanah di Lahan Kering Madura. *Jurnal e-Biomedic* 5(2): 176–183.
- Widiyaningrum, P., and Lisdiana. 2015. Efektivitas Proses Pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda. *Rekayasa* 13(2): 107–113.
- Witno, Puspaningsih, N., and Kuncahyo, B. 2018. Model Pendugaan Biomassa di Areal Revegetasi Bekas Tambang Nikel. *Media Konservasi* 23(2): 293–302. DOI: 10.29244/medkon.23.3.293-302
- Zulharman. 2017. Analisis Vegetasi Tumbuhan Asing Invasif (Invasive Species) pada Kawasan Revitalisasi Hutan, Blok Argowulan, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Natural B* 4(1): 78–87.