

## RIAP DIAMETER TUMBUHAN BERKAYU DI AREA REVEGETASI PERUSAHAAN TAMBANG BATUBARA DI PROVINSI KALIMANTAN SELATAN, INDONESIA

*The Diameter Increment of Woody Plants in the Revegetation Area of Coal Mining Company in Kalimantan Selatan Province, Indonesia*

Afiena Puspadini<sup>1</sup>, Mochamad Arief Soendjoto<sup>1,2</sup>, Khairun Nisa<sup>1</sup> dan Yudha Pahing Perdana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2</sup>Program Pascasarjana, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>3</sup>PT Adaro Indonesia, Kalimantan Selatan

**ABSTRACT.** *The presence and growth of vegetation in ex-mining revegetation areas must be evaluated periodically to achieve the real revegetation objectives. The aim of this study was to analyze the diameter increment of woody plants, especially those that are intentionally planted in revegetation areas. The four sample locations were in the PT Adaro Indonesia's revegetation areas of 2014, 2015, 2016 and 2017. In each location 10 (20 m x 20 m) plots were continuously laid out and in each plot there were 4 (10 m x 10 m) plots. The (20 m x 20 m) plots were used to record woody plant species and measure the circumference of the stem (at breast height) which was  $\geq 62.8$  cm. One of the 4 (10 m x 10 m) plots was used to record woody plants and measure the circumference of the stem which was  $31.4 < 62.8$  cm. Data were tabulated and analyzed to obtain mean annual increment and current annual increment. From the two measurement periods (2018 and 2019), four woody plant species were found and met the requirements for calculating diameter increments. Balik angin (*Mallotus paniculatus*) has not been used for drawing conclusions because there is only 1 individual in all locations. The diameter increments of mangium (*Acacia mangium*) and turi (*Sesbania grandiflora*) tended to decrease to an undetermined age, while sengon (*Paraserinthes falcataria*) increased. The trend direction for current annual increment is not yet known because it is a single value. The values for mangium and turi are smaller than the diameter increments, while for sengon are higher.*

**Keywords:** Coal mining; Diameter increment; Revegetation; Woody plants

**ABSTRAK.** Kehadiran serta pertumbuhan tumbuhan di area revegetasi bekas penambangan harus dievaluasi secara berkala untuk mewujudkan tujuan revegetasi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis riap diameter tumbuhan berkayu, terutama yang memang sengaja ditanam di area revegetasi. Empat lokasi sampel yang ditetapkan adalah area revegetasi bekas tambang batubara PT Adaro Indonesia tahun 2014, 2015, 2016, dan 2017. Di setiap lokasi dibuat 10 plot (20 m x 20 m) yang diletakkan berkesinambungan dan di setiap plot itu terdapat 4 plot (10 m x 10 m). Plot (20 m x 20 m) digunakan untuk mendata spesies tumbuhan berkayu dan mengukur keliling batangnya (setinggi dada) yang berukuran  $\geq 62,8$  cm. Salah satu dari 4 plot (10 m x 10 m) digunakan untuk mendata spesies tumbuhan berkayu dan mengukur keliling batang yang berukuran  $31,4 < 62,8$  cm. Data ditabulasi dan dianalisis untuk mendapat riap diameter (*mean annual increment*) dan riap diameter tahunan berjalan (*current annual increment*). Dari dua periode pengukuran (tahun 2018 dan 2019), empat spesies tumbuhan berkayu ditemukan dan memenuhi syarat penghitungan riap diameter. Balik angin (*Mallotus paniculatus*) belum digunakan untuk pengambilan simpulan karena hanya ada 1 individu di semua lokasi. Riap diameter mangium (*Acacia mangium*) dan turi (*Sesbania grandiflora*) cenderung menurun sampai umur yang belum bisa ditentukan, sedangkan sengon (*Paraserinthes falcataria*) menaik. Arah kecenderungan riap diameter tahunan berjalan belum diketahui karena berupa nilai tunggal. Besaran nilai pada mangium dan turi lebih kecil daripada nilai riap diameternya, sedangkan untuk sengon lebih besar.

**Kata kunci:** Penambangan batubara; Revegetasi; Riap diameter; Tumbuhan berkayu

**Penulis untuk korespondensi, surel:** fienlevi7@gmail.com, masoendjoto@ulm.ac.id

## PENDAHULUAN

Salah satu kewajiban perusahaan tambang batubara setelah menambang deposit batubara di area operasionalnya adalah mereklamasi lahan bekas tambang dan kemudian merevegetasinya dengan berbagai spesies tumbuhan. Melalui revegetasi, kondisi lahan diharapkan minimal seperti kondisi pra-penambangan. Bahkan bila diasumsikan bahwa vegetasi kondisi pra-penambangan adalah padang alang-alang, pada pasca-revegetasi diharapkan kondisi lahan bekas tambang jauh lebih baik.

Tumbuhan yang pada awalnya digunakan dalam tahap revegetasi adalah tumbuhan penutup tanah. Tumbuhan ini berfungsi ganda, tidak sekedar untuk melindungi tanah langsung dari pukulan air hujan, tetapi lebih dari itu mengurangi terjadinya erosi. Tumbuhan berikutnya yang ditanam adalah tumbuhan untuk tujuan konservasi yang berupa tumbuhan berkayu. Dengan tumbuhan ini lahan bekas tambang menjadi lebih produktif. Tajuknya tidak hanya menutupi tanah, tetapi juga menghasilkan lebih banyak oksigen, meningkatkan kesegaran alam lingkungan, menghasilkan cadangan pangan, dan juga menyediakan tempat hidup berbagai satwa liar, baik dilindungi maupun tak dilindungi.

Tumbuhan yang digunakan untuk merevegetasi lahan bekas tambang yang sudah direklamasi adalah tumbuhan cepat tumbuh. Tumbuhan pilihan yang mempercepat penutupan tanah dan juga mempercepat peningkatan kualitas lingkungan hidup ini umumnya dari famili Fabaceae (suku pepolongan). Untuk menutupi permukaan tanah, karakter tumbuhannya adalah berumur pendek (sekitar 2-3 tahunan), seperti *Centrosema* dan *Pueraria*, sedangkan untuk mengkonservasi tanah dan air, tumbuhannya adalah berkayu, berumur panjang (kurang lebih 15 tahunan), dan sedapat mungkin

bermanfaat serbaguna. Tumbuhan itu antara lain trembesi (*Samanea saman*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), akasia (*Acacia auriculiformis*, *A. mangium*), dan gamal (*Gliricidia sepium*). Akbar et al. (2005) menyarankan bahwa tumbuhan penutup adalah tumbuhan pepolongan atau bangsa legum. Menurut Taqiyuddin dan Hidayat (2020), trembesi dan sengon laut merupakan tanaman yang paling adaptif untuk area bekas tambang batubara, sedangkan matoa (*Pometia pinnata*), bambu, dan berbagai tanaman buah dijadikan tanaman sisipan.

Baik tumbuhan penutup tanah maupun tumbuhan konservasi itu harus selalu dipantau dan dievaluasi. Dengan pemantauan, kehadiran (dalam arti ada tidaknya spesies atau banyak sedikitnya populasi) serta pertumbuhan (pertambahan dimensi) tumbuhan itu dapat dievaluasi. Apabila kekurangan ditemukan atau tujuan revegetasi terganggu dan tidak lancar, tindakan perbaikan dapat segera dilakukan.

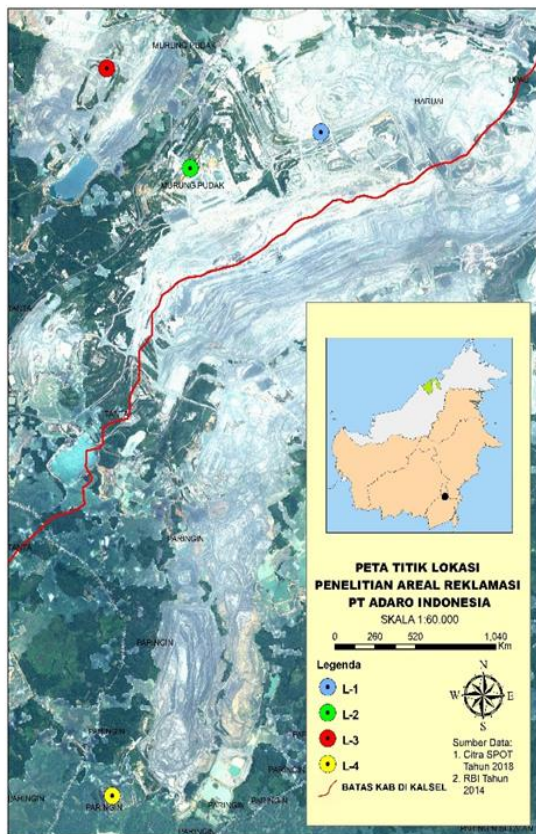
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis riap diameter tumbuhan berkayu, terutama yang memang sengaja ditanam. Pertambahan diameter merupakan bentuk pertumbuhan yang dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan revegetasi di area reklamasi bekas tambang.

## METODE PENELITIAN

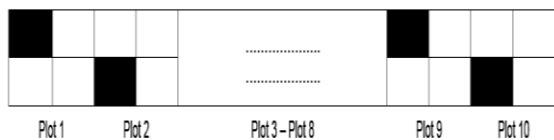
Penelitian ini dilaksanakan di area reklamasi dan revegetasi (selanjutnya disebut area revegetasi) PT Adaro Indonesia, salah satu perusahaan nasional tambang batubara yang area operasionalnya terletak di Kabupaten Balangan dan Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan. Empat lokasi sampel penelitian yang sudah ditentukan oleh perusahaan disajikan pada Gambar 1 dengan ciri-ciri lokasi seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Sampel Penelitian

No	Kode lokasi	Nama lokasi	Luas (ha)	Titik koordinat lokasi		Tahun revegetasi tumbuhan	Umur (tahun) pada	
				X	Y		Desember 2018	November 2019
1	L-1	TTP LW 5	54,58	335648,177981	09758674,43428	Juni 2017	1,5	2,4
2	L-2	TTP LW 4	3,75	332790,056741	09757934,90291	September 2015	3,3	4,2
3	L-3	Wara LW 2	1,97	330961,795965	09759971,45052	Juni 2014	4,5	5,4
4	L-4	PRG HW 2	16,46	331097,481912	09745122,179	Maret 2016	2,8	3,7



Gambar 1. Empat Lokasi Sampel di Area Revegetasi PT Adaro Indonesia, Kalimantan Selatan



Gambar 2. Plot (10 m x 10 m) yang digunakan untuk pengambilan data diameter tiang dan juga pohon

Pada setiap lokasi dibuat jalur yang terdiri atas 10 plot (20 m x 20 m) sistematis atau berkesinambungan. Dalam setiap plot itu terdapat 4 plot yang berukuran lebih kecil, yaitu (10 m x 10 m) masing-masing. Data diameter pohon diambil pada plot (20 m x 20 m), sedangkan diameter tiang diambil pada plot (10 m x 10 m). Letak plot sampel (10 m x 10 m) yang digunakan untuk mengambil data disajikan pada Gambar 2. Tiang adalah tumbuhan berkayu dengan diameter setinggi dada 10 cm – <20 cm atau keliling 31,4 cm – <62,8 cm, sedangkan pohon adalah tumbuhan

berkayu dengan diameter setinggi dada  $\geq 20$  cm atau keliling  $\geq 62,8$  cm. Pengukuran keliling setinggi dada (1,3 meter dari permukaan tanah) lebih mudah diterapkan di lapangan daripada pengukuran diameter.

Data kemudian ditabulasi dan diolah (pada penelitian ini fokus pada diameter) dengan rumus sebagai berikut.

1. Diameter (D) diperoleh melalui konversi keliling (K) dengan konstanta ( $\pi$ ) yang nilainya adalah sekitar 3,14 (atau 22 dibagi 7).

$$D = \frac{K}{\pi}$$

2. Riap diameter tahunan atau selanjutnya disebut sebagai riap diameter (MAI, *mean annual increment*) adalah hasil bagi diameter pada umur  $t$  dengan umur  $t$ .

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

3. Riap diameter tahunan berjalan (CAI, *current annual increment*) adalah hasil bagi selisih antara diameter pada umur  $t+1$  dan diameter pada umur  $t$  dengan selisih antara umur  $t+1$  dan umur  $t$ .

$$CAI = \frac{(D_{t+1} - D_t)}{(t + 1) - t} = \frac{\Delta D}{\Delta t}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Empat spesies tumbuhan berkayu ditemukan di lokasi sampel dan memenuhi syarat untuk penghitungan riap diameter, yaitu balik angin (*Mallotus paniculatus*), mangium (*Acacia mangium*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan turi (*Sesbania grandiflora*). Balik angin merupakan tumbuhan berkayu dari famili Euphorbiaceae yang tumbuh secara spontan (dengan sendirinya). Tumbuhan ini berbeda dari tiga spesies tumbuhan berkayu lainnya (mangium, sengon, turi) – ketiganya dari famili Fabaceae (tumbuhan polong) – yang memang sengaja ditanam. Kehadiran spesies tumbuhan berkayu dan perlakuannya (tumbuh spontan atau sengaja ditanam) di area reklamasi dan revegetasi PT Adaro Indonesia dengan lokasi berbeda dilaporkan oleh Soendjoto *et al.* (2014).

Tumbuhan polong memang sengaja ditanam karena memiliki kelebihan. Tumbuhan yang digolongkan sebagai tumbuhan cepat tumbuh ini memiliki perakaran yang dapat bersimbiosis dengan makhluk hidup lain (bakteri, jamur) yang kemudian dapat menambat hara penting bagi pertumbuhan tumbuhan (seperti nitrogen, fosfor, kalium) dari lingkungan (Sari & Prayudyaningsih, 2015; Meitasari & Wicaksono, 2017; Basri, 2018) dan menjadikan tumbuhan tersebut tahan terhadap cekaman lingkungan, seperti kekeringan (Smith & Read, 2008; Hidayati *et al.*, 2015).

Keempat spesies tumbuhan tersebut memiliki riap diameter (MAI dan CAI) seperti disajikan pada Tabel 2. Catatan terkait dengan perhitungan kedua parameter itu adalah bahwa jumlah individu tumbuhan yang ada di empat lokasi sampel itu bervariasi mulai dari yang paling sedikit 1 dan yang paling banyak 74. Kedua, lokasi sampel memiliki umur revegetasi yang bervariasi mulai dari yang paling muda 1,5 tahun ke paling tua 4,5 tahun (pada pengukuran tahun 2018) atau paling muda 2,4 tahun dan paling tua 5,4 tahun (pada pengukuran tahun 2019). Urutan lokasi mulai dari umur revegetasi muda hingga tua adalah L-1, L-4, L-2, dan L-3.

Tabel 2. Hasil Penghitungan Riap Diameter dan Riap Diameter Tahunan Berjalan Tumbuhan Berkayu pada Empat Lokasi Sampel

Lo-kasi	Nama spesies	2018			2019			Dari 2018 hingga 2019			
		Umur (th)	D (cm)	MAI (cm.th <sup>-1</sup> )	Umur (th)	D (cm)	MAI (cm.th <sup>-1</sup> )	Selisih umur (th)	Selisih diameter (cm)	CAI (cm.th <sup>-1</sup> )	
L-1	Turi; n = 1	1,5	11,10	7,40	2,4	13,06	5,44	0,9	1,96	2,18	
			(min= 11,10; max= 11,10)	(min= 7,40; max= 7,40)		(min= 13,06; max= 13,06)	(min= 5,44; max= 5,44)			(min= 1,96; max= 1,96)	(min= 2,18; max= 2,18)
L-2	Sengon; n = 19	3,3	15,29	4,63	4,2	20,14	4,80	0,9	4,85	5,39	
			(min= 10,30; max= 20,40)	(min= 3,12; max= 6,18)		(min= 10,80; max= 30,80)	(min= 2,50; max= 3,79)			(min= 0,50; max= 19,00)	(min= 1,00; max= 21,11)
L-2	Turi; n = 5	3,3	11,66	3,53	4,2	12,22	2,91	0,9	0,56	0,62	
			(min= 10,00; max= 15,00)	(min= 3,03; max= 4,55)		(min= 10,50; max= 15,90)	(min= 2,50; max= 3,79)			(min= 0,00; max= 0,90)	(min= 0,00; max= 1,00)
L-2	Mangium; n = 5	3,3	14,86	4,50	4,2	18,14	4,32	0,9	3,28	3,64	
			(min= 9,90; max= 12,10)	(min= 3,00; max= 6,09)		(min= 11,10; max= 21,00)	(min= 2,64; max= 5,00)			(min= 0,90; max= 3,80)	(min= 1,00; max= 4,22)
L-3	Mangium; n = 74	4,5	19,60	4,35	5,4	21,95	4,07	0,9	2,75	3,05	
			(min=12,40; max=31,80)	(min= 2,27; max= 7,07)		(min= 13,40; max= 43,60)	(min= 2,48; max= 8,07)			(min= 0,10; max= 20,00)	(min= 0,11; max= 22,22)
L-3	Balik angin; n = 1	4,5	11,80	2,62	5,4	13,70	2,54	0,9	1,90	2,11	
			(min= 11,80; max= 11,80)	(min= 2,62; max= 2,62)		(min= 13,70; max= 13,70)	(min= 2,54; max= 2,54)			(min= 1,90; max= 1,90)	(min= 2,11; max= 2,11)
L-4	Sengon; n = 6	2,8	14,52	5,18	3,7	20,08	5,43	0,9	5,57	6,19	
			(min= 12,10; max= 20,20)	(min= 4,32; max= 7,21)		(min= 14,20; max= 24,90)	(min= 3,84; max= 6,73)			(min= 0,30; max= 9,70)	(min= 0,33; max= 10,78)
L-4	Turi; n = 14	2,8	10,83	3,87	3,7	12,76	3,45	0,9	1,94	2,15	
			(min= 9,90; max= 15,00)	(min= 3,54; max= 5,36)		(min= 11,00; max= 18,80)	(min= 2,84; max= 5,08)			(min= 0,10; max= 8,90)	(min= 0,11; max= 9,89)

Catatan:

1. D = diameter, MAI = *mean annual increment* (riap diameter), CAI = *current annual increment* (riap diameter tahunan berjalan)
2. min = nilai minimum, max = nilai maximum

Berdasarkan pada jumlah individu untuk perhitungan riap diameter dan riap diameter tahunan berjalan yang hanya 1, sementara ini turi pada L-1 dan balik angin pada L-3 tidak digunakan untuk menentukan riap diameter tumbuhan berkayu. Jumlah individu yang

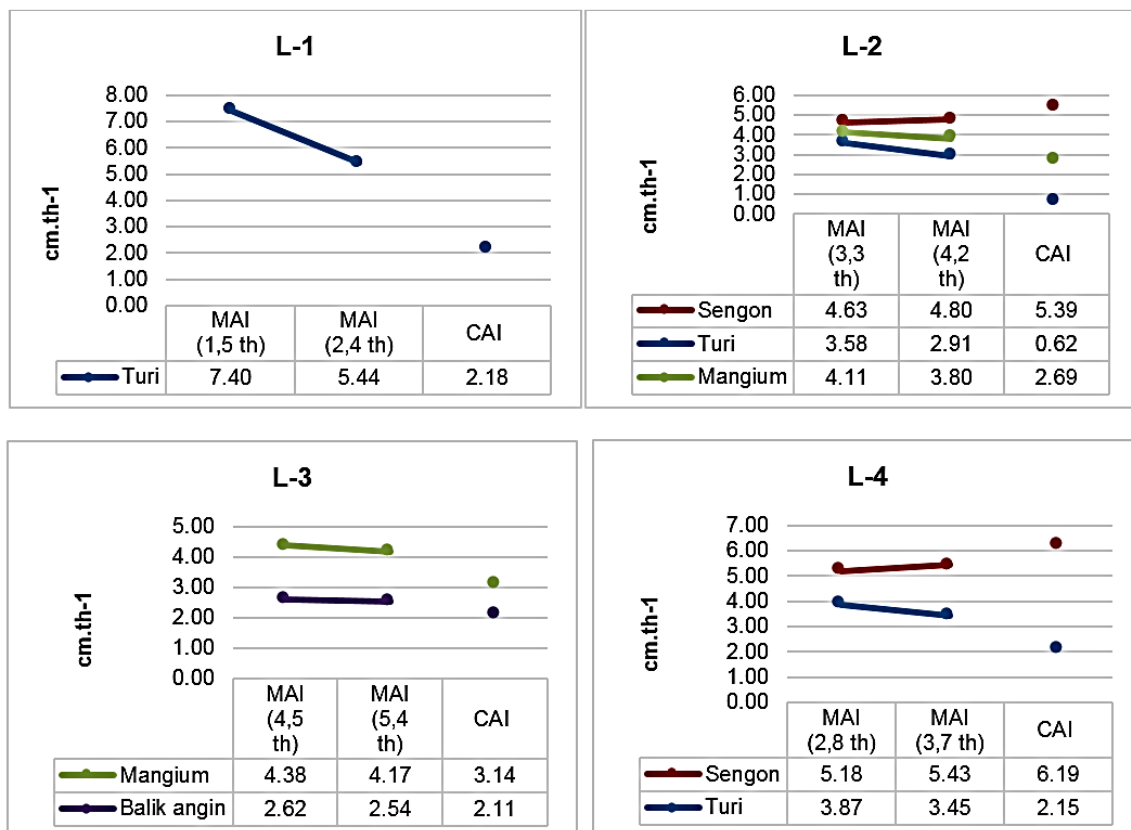
sangat sedikit dipastikan menghasilkan riap diameter yang bias. Bias dalam pengertian ini adalah bahwa riap diameter kedua tumbuhan itu dapat tergolong sangat tinggi atau dapat juga tergolong sangat rendah dari rerata normal. Bias ini bisa berkurang atau dihindari,

bila pengukuran (pemantauan) berikutnya dilaksanakan, sehingga jumlah individu yang berdiameter sama dengan atau lebih dari 10 cm bertambah atau semakin banyak. Secara statistik, semakin banyak jumlah individu diperhitungkan, semakin baik nilai riap diameter dan riap diameter tahunan berjalan dihasilkan.

Untuk mengurangi bias hasil, dalam penelitian ini jumlah individu yang dipergunakan untuk perhitungan riap diameter dan riap diameter tahunan berjalan paling sedikit 5. Yang dihitung adalah diameter individu-individu tumbuhan yang sama dan pada lokasi yang sama. Dengan kalimat lain, penghitungan kedua parameter tidak dilakukan melalui penggabungan diameter dari individu-individu tumbuhan yang sama tetapi pada lokasi berbeda. Asumsinya adalah bahwa setiap lokasi memiliki karakter atau ciri yang berbeda. Karakter pembeda itu antara lain adalah kondisi serasah, sifat fisik dan kimia tanah, serta keanekaragaman hayati (flora, fauna) (Riswan *et al.*, 2015; Budiana *et al.*,

2017; Hamid *et al.*, 2017). Pertumbuhan pohon yang jelek di area revegetasi disebabkan oleh kekurangan unsur Ca, K, Fe, Cu, atau Mn (Widiatmaka *et al.*, 2010).

Secara umum, spesies tumbuhan di lokasi sampel mulai yang memiliki riap diameter tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah sengon, mangium, dan turi (Gambar 3). Walaupun riap diameter tertinggi pada spesies tumbuhan masing-masing belum diketahui, data berikut ini dapat dijadikan panduan. Riap diameter sengon berkisar 4–5  $\text{cm.th}^{-1}$  pada umur 6 tahun dan menurun 3–4  $\text{cm.th}^{-1}$  pada umur 8–9 tahun (Krisnawati *et al.*, 2011b). Riap diameter mangium berkisar 1,4–7,3  $\text{cm.th}^{-1}$  dengan riap tertinggi lebih dari 4  $\text{cm.th}^{-1}$  pada umur kurang dari 3 tahun (Krisnawati *et al.*, 2011a). Di Kebun Benih Jonggol, Jawa Barat riap diameter mangium pada umur 4 tahun adalah 1,52–1,86  $\text{cm.th}^{-1}$  (Kartikaningtyas *et al.*, 2017). Diameter batang turi 10 cm pada umur 3 tahun dan maksimal dapat mencapai sekitar 30 cm (Gunawan *et al.*, 2019).



Gambar 3. Grafik Riap Diameter dan Riap Diameter Tahunan Berjalan Setiap Tumbuhan Berkayu pada Setiap Lokasi

Riap diameter mangium dan turi di L-2, mangium di L-3, serta turi di L-4 menurun. Penurunan ini mencerminkan kecenderungan diameter untuk mendekati 0 atau tidak lagi bertambah. Riap diameter menurun pada mangium terjadi pada umur sekitar 3 hingga sekitar 4 tahun serta sekitar 4,5 hingga 5,5 tahun, sedangkan pada turi sekitar 3 hingga sekitar 4 tahun.

Sebaliknya, riap diameter sengon, baik di L-2 maupun di L-4 menaik. Peningkatan mencerminkan kecenderungan diameter yang terus bertambah sampai pada umur tertentu yang sementara ini belum diketahui. Dalam penelitian ini, riap diameter pada sengon menaik pada umur sekitar 3 hingga sekitar 4 tahun. Dari laporan Isnaini *et al.*, (2019) diperoleh data bahwa riap diameter yang cenderung menaik ini terjadi pada tumbuhan non-legum; dalam hal ini adalah jabon (*Anthocephalus cadamba*). Spesies tumbuhan anggota famili Rubiaceae ini juga ditanam di area revegetasi PT Adaro Indonesia.

Berbeda dari riap diameternya, arah kecenderungan riap diameter tahunan berjalan untuk semua spesies tumbuhan belum diketahui. Riap diameter tahunan berjalan yang diperoleh dalam penelitian ini masih berupa nilai tunggal karena hanya dari dua periode pengukuran saja. Walaupun demikian, terdapat hal yang signifikan secara visual. Riap diameter tahunan berjalan turi dan mangium lebih kecil daripada riap diameternya, sedangkan sengon lebih besar.

## KESIMPULAN

Riap diameter mangium menurun mulai umur sekitar 3 tahun (4,11 cm.th-1) hingga umur sekitar 4 tahun (3,80 cm.th-1) serta umur sekitar 4,5 tahun (4,38 cm.th-1) hingga umur sekitar 5,5 tahun (4,17cm.th-1). Penurunan juga terjadi pada riap diameter turi mulai umur sekitar 3 tahun (3,58–3,87 cm.th-1) hingga umur sekitar 4 tahun (2,91–3,45 cm.th-1). Sebaliknya, riap diameter sengon menaik mulai umur sekitar 3 tahun (4,63–5,18 cm.th-1) hingga umur sekitar 4 tahun (4,80–5,43 cm.th-1).

Riap diameter tahunan berjalan belum dapat diketahui arah kecenderungannya. Penelitian ini baru menghasilkan nilai tunggal.

Penelitian perlu dilanjutkan. Salah satu yang dapat diterapkan adalah penambahan

intensitas plot sampel serta ketidakharusan memisahkan tiang dan pohon. Kedua cara ini dapat digunakan untuk mendapatkan jumlah individu lebih banyak sehingga bias hasil dapat dikurangi atau dihindari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Priyanto, E. & Basiang, H.A. 2005. Potensi tanaman revegetasi lahan reklamasi bekas tambang batubara dalam mendukung suksesi alam. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 2(3):131–140.
- Basri, A.H.H. 2018. Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian. *Agrica Ekstensi*, 12(2):74–78
- Budiana, I.G.E., Jumani & Biantary, M.P. 2017. Evaluasi tingkat keberhasilan revegetasi lahan bekas tambang batubara di PT Kitadin Site Embalut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Agrifor*, 16(2):195–208.
- Gunawan, Jakaria, Ulum, M.F., Purwantara, B., Satrija, F., Satrija, E.C., Suryahadi, Karti, P.D.M.H. & Sari, R. 2019. *Pedoman Pengelolaan Sentra Peternakan Rakyat*. PT Penerbit IPB Press, Bogor.
- Hamid, I., Priatna, S.J. & Hermawan, A. 2017. Karakteristik beberapa sifat fisika dan kimia tanah pada lahan bekas tambang timah. *Jurnal Penelitian Sains*, 19(1):23–31.
- Hidayati, N., Faridah, E. & Sumardi. 2015. Peran mikoriza pada semai beberapa sumber benih mangium (*Acacia mangium* Willd.) yang tumbuh pada tanah kering. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 9(1):13–29.
- Isnaini M.N, Soendjoto M.A, & Syam'ani. 2019. Riap diameter dari tanaman non-legum di area reklamasi dan revegetasi PT Adaro Indonesia, Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia. *Jurnal Sylva Scientiae*, 2(6):1133–1139.
- Kartikaningtyas, D., Setyaji, T. & Nirsatmanto, A. 2017. Volume tegakan *Acacia mangium* pada uji perolehan genetik dengan kerapatan tegakan tinggi. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 11(2):113–122.
- Krisnawati, H., Kallio, M. & Kanninen, M. 2011a. *Acacia mangium* Willd.: Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. CIFOR, Bogor, Indonesia.

- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M. & Kanninen, M. 2011b. *Paraserienthes falcataria* (L.) Nielsen: Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Meitasari, A.D. & Wicaksono, K.P. 2017. Inokulasi Rhizobium dan perimbangan nitrogen pada tanaman kedelai (*Glicine max* (L) Merrill) varietas Wilis. *Plantropica*, 2(1):55–63.
- Riswan, Harun, U. & Irsan, C. 2015. Keragaman flora di lahan reklamasi pasca tambang batubara PT BA Sumatera Selatan. *J. Manusia dan Lingkungan*, 22(2):160–168.
- Sari, R. & Prayudyaningsih, R. 2015. *Rhizobium*: pemanfaatannya sebagai bakteri penambat nitrogen. *Info Teknis Eboni*, 12(1):51–64.
- Smith, S.E. & Read, D. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis, Third Edition*. Academic Press, Elsevier, New York.
- Soendjoto, M.A., Dharmono, Mahrudin, Riefani, M.K. & Triwibowo, D. 2014. Plant species richness after revegetation on the reclaimed coal mine land of PT Adaro Indonesia, South Kalimantan. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 20(3):150–158. DOI: 10.7226/jtfm.20.3.150.
- Taqiyuddin, M.F.K. & Hidayat, L. Reklamasi tanaman adaptif lahan tambang batubara PT. BMB Blok Dua Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan. *Ziraa'ah*, 45(3):285–292.
- Widiatmaka, Suwarno & Kusmaryandi, N. 2010. Karakteristik pedologi dan pengelolaan revegetasi lahan bekas tambang nikel: studi kasus lahan bekas tambang nikel Pomalaa, Sulawesi Tenggara. *J. Tanah Lingk.*, 12(2):1–10.