

## STUDI PERTUMBUHAN TANAMAN PADA AREAL PASCA TAMBANG DATARAN TINGGI DI KALIMANTAN SELATAN

*Study of Plant Growth on Post-Mining Areas at The Upland in South Kalimantan*

Ahmad Maulidan<sup>1</sup>, Yudi Firmanul Arifin<sup>2</sup>, dan Eny Dwi Pujawati<sup>1</sup>

- 1) Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat
- 2) PUI PT PHLB Universitas Lambung Mangkurat

**ABSTRACT:** *This research purposed to analyze the growth of the plants on post-mining land based on the different vegetation ages. The observation was conducted on post-mining area of PT. Antang Gunung Meratus (AGM) at South Hulu Sungai Regency, South Kalimantan. The data retrieval included high condition and diameter of the plants also the physical and chemical characteristics of soil on reclamation area which aged 1 year, 5 years, and 7 years. The dominant species which were in the research location was sengon, trembesi, and gmelina. The average of plants high age 1 year were sengon 1,99 m, trembesi 1,01 m, and gmelina 0,94 m. The average diameter 1 year plants were sengon 4,13 cm, trembesi 2,48 cm, and gmelina 2,70 cm. The average of plants high age 5 years were sengon 7,89 m, trembesi 7,94 m, and gmelina 8,04 m. The average of diameter 5 years plants were sengon 30,49 cm, trembesi 25,23 cm and gmelina 21,38 cm. The average of high growth and diameter of 7 years old sengon plants is 13,02 m, and is diameter 30,18 cm.*

**Keywords:** *Post-mining; Growth; Sengon, Trembesi; Gmelina*

**ABSTRAK:** Penelitian ini bertujuan menganalisis pertumbuhan tanaman pada lahan pasca tambang berdasarkan umur vegetasi yang berbeda. Pengamatan dilakukan pada areal pasca tambang PT. Antang Gunung Meratus (AGM) Kabupaten Hulu Sungai Selatan Kalimantan Selatan. Pengambilan data meliputi keadaan tinggi dan diameter tanaman serta sifat fisik dan kimia tanah pada lokasi reklamasi umur 1 tahun, 5 tahun, dan 7 tahun. Jenis yang dominan terdapat pada lokasi penelitian meliputi jenis sengon, trembesi dan gmelina. Rata-rata tinggi tanaman umur 1 tahun jenis sengon 1,99 m, trembesi 1,01 m dan gmelina 0,94, rata-rata diameter umur 1 tahun jenis sengon 4,13 cm, trembesi 2,84 cm dan gmelina 2,7 cm. Rata-rata tinggi tanaman umur 5 tahun jenis sengon 7,89 m, trembesi 7,94 m, dan gmelina 8,04 m. Rata-rata diameter tanaman umur 5 tahun jenis sengon 30,49 cm, trembesi 25,23 cm serta gmelina 21,38 cm. Rata-rata pertumbuhan tinggi serta diameter tanaman jenis sengon yang berumur 7 tahun memiliki rata-rata tinggi 13.02 m, dan rata-rata diameternya 30.18 cm.

**Kata Kunci:** Pasca tambang; Pertumbuhan; Sengon; Trembesi; Gmelina

**Penulis untuk koresponden:** [maulid4n.ahmad@gmail.com](mailto:maulid4n.ahmad@gmail.com)

### PENDAHULUAN

Pertambangan batubara mengakibatkan terjadinya kerusakan besar pada flora, fauna, hidrologi dan serta keadaan biologi tanah (Kumar dan Pandey, 2013). Pertambangan secara cepat dapat merubah sifat fisik, kimia serta keadaan biologis tanah. Keadaan tersebut dapat ditandai dengan kandungan bahan organik tanah yang rendah, keadaan pH tanah yang tergolong rendah bahkan sangat rendah, kemampuan mengikat air yang rendah (*low water holding capacity*), salinitas, keadaan tekstur tanah yang kasar, terjadinya pemadatan tanah, suplai unsur

hara yang dibutuhkan tanaman tidak memadai, erosi yang dipercepat, dan banyaknya bahan pembangkit asam (Kumar, 2013).

Kegiatan tambang batubara yang menggunakan sistem tambang terbuka mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas lahan, terjadinya kerusakan keadaan sifat fisika dan kimia tanah. Sehingga diperlukan tindakan agar tanah tersebut tidak semakin terdegradasi, melalui kegiatan revegetasi dan reklamasi pasca tambang yang merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk merehabilitasi lahan yang rusak akibat kegiatan manusia Singh *et al.*, (2002). Tujuan

kegiatan rehabilitasi lahan pasca tambang dengan revegetasi untuk menciptakan percepatan suksesi atau perubahan ekosistem oleh vegetasi yang mapan Rahmawaty, (2002). Dampak dari kegiatan revegetasi diharapkan mampu memberikan perubahan kondisi pada bawah tajuk (peningkatan lengas tanah, menurunkan temperatur, meningkatkan keadaan struktur vegetasi, serta dapat menghasilkan seresah, bahan organik tanah dan humus pada tahun-tahun awal pertumbuhan tanaman. Revegetasi dapat meningkatkan percepatan perkembangan keragaman genetik serta biokimia pada lahan yang terjadi akibat penurunan kualitas lahan, sedangkan proses permudaan alami yang terjadi pada lahan yang mengalami degradasi biasanya berjalan sangat lambat Singh *et al.*, (2002).

PT. Antang Gunung Meratus merupakan perusahaan tambang pemegang Perjanjian Kontrak Pengusahaan Penambangan Batubara (PKP2B) yang ada di Kalimantan Selatan meliputi 4 kabupaten yakni: Banjar, Tapin, Hulu Sungai Selatan, dan Hulu Sungai Tengah. Saat ini PT. Antang Gunung Meratus menggunakan metode penambangan terbuka (*open-cut mining*). Pada lahan pasca tambang umumnya terdapat permasalahan kesuburan tanah baik rendahnya kandungan unsur hara tanah adanya perubahan tekstur dan struktur tanah sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis bermaksud meneliti keadaan pertumbuhan tanaman meliputi tinggi, diameter dan riap tanamaan pada areal reklamasi umur 1 tahun, 5 tahun serta 7 tahun. Informasi ini diharapkan berguna untuk menjadi acuan serta pertimbangan dalam pemilihan jenis tanaman yang cocok serta dapat beradaptasi dengan baik pada areal pasca tambang khususnya di PT. Antang Gunung Meratus.

## METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di PT. Antang Gunung Meratus, Hulu Sungai Selatan Kalimantan Selatan. Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini kurang lebih 3 bulan, dimulai dari Januari sampai Maret 2019, meliputi kegiatan persiapan, pengumpulan data primer dan data sekunder serta penyusunan laporan.

Peralatan dan bahan yang dipakai dalam penelitian ini meliputi GPS untuk mengukur ketinggian tempat serta mengambil titik koordinat, kamera untuk pengambilamn dokumentasi, alat tulis untuk pencatatan data lapangan, tali untuk membuat petak ukur, pita ukur untuk pengukuran keliling pohon, clinnometer digunakan untuk pengukuran tinggi pohon, kompas untuk menentukan arah dalam pengambilan data tanaman.

Pengambian data dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap diameter dan tinggi tanaman di areal reklamasi umur vegetasi 1, 5, dan 7 tahun. Pada setiap areal dibuat plot pengamatan diameter dan tinggi tanaman dengan ukuran plot 20x20 m.

Konversi angka pengukuran keliling yang diperoleh menjadi diameter dengan cara perhitungan.

$$\text{Diameter} = \frac{\text{Keliling (cm)}}{3,14}$$

Pengukuran tinggi tanaman dengan menggunakan alat Clinnometer dapat diperoleh hasilnya dengan perhitungan.

$$\text{Tinggi pohon (C+B)} = \text{Hasil tinggi (phytagoras) (C) + tinggi pengamat (B)}$$

$$\text{Hasil tinggi (phytagoras)} = \text{Sudut elevasi (tan) x jarak pohon ke pengamat (A)}$$

Analisis data dilakukan dengan metode Mean Annual Increment (MAI). Peningkatan tahunan rata-rata (MAI) atau pertumbuhan tahunan rata-rata mengacu pada pertumbuhan rata-rata per tahun yang ditunjukkan pohon atau tegakan pohon pada umur tertentu. MAI dihitung  $MAI = Y(t)/t$ , di mana  $Y(t)$  = hasil pada waktu  $t$ . Karena pola pertumbuhan khas kebanyakan pohon adalah sigmoidal, MAI dimulai dari kecil, meningkat kenilai maksimum ketika pohon dewasa, kemudian menurun perlahan selama sisa kehidupan pohon.

MAI =

$$\frac{\text{Diameter/tinggi pada umur ke-}t \text{ (cm/m)}}{\text{Umur (tahun)}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan keadaan Topografi wilayah PKP2B PT. Antang Gunung Meratus terdiri dari 2 (dua) relief yaitu daerah dataran dan daerah perbukitan. Dataran berada dibagian Barat dengan ketinggian antara 20 - 35 m diatas permukaan laut, sedangkan perbukitan di bagian Timur mempunyai ketinggian antara 35 - 200 mdpl, dengan puncak tertinggi 200 m. Secara administrasi keseluruhan lokasi pertambangan batubara PT. AGM berada dalam empat (4) wilayah kabupaten, yaitu kabupaten Banjar, Tapin, Hulu Sungai Selatan, dan Hulu Sungai Tengah. Adapun lokasi pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini secara administratif berada di wilayah Hulu Sungai Selatan.

Areal reklamasi dan revegetasi yang menjadi lokasi pengambilan data di PT. Antang Gunung Meratus berada pada

ketinggian 93 mdpl pada areal reklamasi umur 1 tahun, dan 92 mdpl pada areal reklamasi umur 5 tahun serta 49 mdpl di areal reklamasi umur 7 tahun. Semula areal tersebut merupakan tempat penumpukan mineral bebatuan tambang (areal disposal OB) sehingga keadaan dari lahan tersebut mengalami kerusakan baik secara fisik maupun kimianya. Seperti yang dikemukakan oleh Siswanto *et al.*, (2012) Pada lahan tambang terjadi penurunan kualitas lahan atau degradasi lahan meliputi perubahan bentang alam, perubahan keadaan fisik, kimia dan serta biologi tanah, terjadinya perubahan iklim mikro serta perubahan keadaan flora dan fauna.

Berdasarkan dari hasil pengukuran rata-rata tinggi dan diameter pohon pada jenis Sengon, Trembesi dan Gmelina pada lokasi penelitian di areal reklamasi dan revegetasi Antang Gunung Meratus seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata diameter dan tinggi serta riap tanaman reklamasi PT. Antang Gunung Meratus

	Umur 1 th			Umur 5 th			Umur 7 th
	Sengon	Trembesi	Gmelina	Sengon	Trembesi	Gmelina	Sengon
Rata-rata tinggi tanaman (m)	1.99	1.01	0.94	7.89	7.94	8.04	13.02
Riap Tinggi tanaman (m)	1.99	1.01	0.94	1.57	1.58	1.60	1.85
Rata-rata diameter tanaman (cm)	4.13	2.84	2.70	30.49	25.23	21.38	30.18
Riap Diameter (cm)	4.13	2.84	2.70	6.09	5.04	4.27	4.30

Hasil yang diperoleh di lapangan mengenai rata-rata pertumbuhan tanaman pada areal pasca tambang PT. Antang Gunung Meratus berdasarkan perbedaan umur tanam pada jenis sengon, trembesi dan gmelina seperti yang terdapat pada Tabel 1 diatas. Pada umur 1 tahun jenis sengon umur tanam 1 tahun memiliki rata-rata tinggi 1.99 m serta rata-rata diameternya 4,13 cm. Adapun rata-rata tinggi dari jenis trembesi pada areal reklamasi umur vegetasi 1 tahun memiliki rata-rata diameter 2,84 cm dan tingginya 1,01 m. Sedangkan pada rata-rata diameter dan tinggi jenis gmelina yang terdapat pada lokasi penelitian memiliki rata-rata diameter 2,70 cm dan rata-rata tingginya pada umur tersebut 0,94 m.

Rata-rata pertumbuhan jenis gmelina yang ditanam pada areal pasca tambang PT. Antang Gunung meratus, jika dibandingkan

dengan hasil penelitian Indrajaya Y *et al.* (2015) mengenai daur tebang Gmelina di Hutan Rakyat Jawa Barat. Dalam hasil tersebut pada estimasi volume per ha tegakan Gmelina umur 1 tahun memiliki diameter rata-rata 4,01 cm dan tinggi rata-rata 2,38 m. Jika dibandingkan dengan hasil yang telah diperoleh di lapangan pertumbuhan Gmelina pada areal reklamasi pasca tambang di PT. Antang Gunung Meratus tergolong rendah, sebab pada umur tanam 1 tahun jenis Gmelina memiliki diameter rata-rata 2,70 cm dengan tinggi rata-rata 0,94 m. Keadaan tersebut juga dapat dipengaruhi oleh tempat tumbuh tanaman tersebut sehingga dapat mempengaruhi dari laju pertumbuhan tanaman, terlebih keadaan tanah pasca tambang yang tergolong kritis dan miskin akan kandungan unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan terlebih pada tegakan yang

masih muda dimana tanaman tersebut masih belum bisa menghasilkan seresah dengan maksimal baik dari dedaunan maupun ranting-ranting pohon yang jatuh seperti tanaman tua dan juga hal tersebut akan mempengaruhi ketersediaan kandungan organik tanah yang berperan penting dalam peningkatan kesuburan tanah sehingga pertumbuhan tanaman terhambat. Menurut Maas, (2002) keadaan tanah yang merupakan kolaborasi dari sifat fisika, kimia dan biologi tanah yang menjadi faktor utama dalam menentukan berhasilnya kegiatan revegetasi lahan pasca tambang, sedangkan tanah itu sendiri berfungsi sebagai reaktor lingkungan dan merupakan tempat tumbuh tanaman.

Rata-rata pertumbuhan diameter tanaman pada areal reklamasi PT. Antang Gunung Meratus umur 5 tahun jenis sengon memiliki diameter rata-rata 30,49 cm dan tinggi rata-ratanya 7,89 m dengan rata-rata riap diameter 6,09 cm serta rata-rata riap tingginya 1,57 m pertahun. Kurinobu dkk (2007) yang dikutip dari Krisnawati (2011) bahwa pertumbuhan sengon pada saat berumur 3-5 tahun yang ditanam di Perhutani Kediri, mempunyai rata-rata diameter 11,30-18,70 cm dengan diameter maksimum 25,8 cm, dan memiliki tinggi rata-rata 11,70-20,50 m dengan tinggi maksimum 23,50 m. Sedangkan jika dibandingkan dengan hasil yang telah diperoleh dilapangan rata-rata diameter jenis sengon pada umur 5 tahun dapat dikatakan lebih besar dibandingkan dengan yang dikemukakan oleh Kurinobu dkk. (2007) yaitu 30,49 cm. Hal tersebut dapat dipengaruhi kandungan C organik pada umur 5 tahun tergolong tinggi (1,29%) dibandingkan dengan pada umur 1 tahun (0,33%) dan 7 tahun (0,18%) sehingga semakin tinggi bahan organik tanah akan memperbaiki struktur tanah dan dapat menaikkan kondisi fisik tanah serta meningkatkan kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, dan juga keadaan tersebut dapat dipengaruhi oleh perlakuan dan pemeliharaan tanaman yang dilakukan pihak perusahaan.

Pertumbuhan jenis trembesi umur 5 tahun pada areal pasca tambang memiliki rata-rata tinggi 7,94 m, sedangkan rata-rata dari pertumbuhan diameternya sebesar 25,23 cm. serta memiliki riap diameter pada umur 5 tahun 5,04 cm dengan riap tingginya 1,58 m pertahun. Pertumbuhan diameter dan tinggi jenis trembesi pada areal reklamasi PT. Antang Gunung Meratus dibandingkan dengan

hasil yang diperoleh Budiana Eka IG, *et al.* (2017) terhadap tanaman jenis Trembesi tahun tanam 2011 yang berumur 5 tahun, mempunyai diameter rata-rata 18,2 cm dan tinggi rata-rata 7,8 m. Dari data tersebut dapat dikatakan laju pertumbuhan jenis trembesi pada areal reklamasi dan revegetasi Antang Gunung Meratus pada umur 5 tahun tergolong bagus. Pertumbuhan tersebut dapat dipengaruhi oleh keadaan pH tanah pada areal reklamasi PT. Antang Gunung Meratus yang mana pada areal reklamasi umur 5 tahun tersebut memiliki pH tanah berkisar 5,9 keadaan tersebut juga diperjelas dengan apa yang dikemukakan oleh Nuroniah *et al* (2010) yang dikutip oleh Brillianti (2016) Trembesi dapat tumbuh serta beradaptasi pada pH yang tergolong tinggi. Dan dapat hidup diberbagai jenis tanah dengan kisaran pH 6.0 – 7.4. Walaupun jenis trembesi merupakan jenis yang toleran terhadap keadaan tanah hingga pH 8.5 dan minimal pH 4.7. Akan tetapi jenis ini membutuhkan drainase tanah yang baik namun masih tahan terhadap tanah yang tergenang air tetapi dalam kurun waktu yang sebentar.

Gmelina yang ditanam pada areal reklamasi umur 5 tahun mempunyai pertumbuhan diameter 21,38 cm dan memiliki pertumbuhan tinggi 8,04 m. Sedangkan riap tahunan yang dimiliki jenis gmelina pada umur 5 tahun berdasarkan pertumbuhan tahunan rata-rata riap diameternya 4,27 cm adapun rata-rata riap tinggi jenis gmelina pada umur 5 tahun 1,60 m.

Perolehan hasil diameter, tinggi serta riap pada areal reklamasi umur 7 tahun yang hanya terdapat jenis sengon pada lokasi pengambilan data yang memiliki pertumbuhan diameter 30,18 cm dan pertumbuhan rata-rata tingginya 13,02 m dengan rata-rata riap diameter tahunannya 4,30 cm dengan rata-rata riap tingginya 1,85 m. Rata-rata riap tinggi yang diperoleh untuk jenis sengon ketika umur 5 tahun memiliki rata-rata riap tinggi 1,57 m sedangkan pada umur 7 tahun memiliki rata-rata riap tinggi 1,85 m. Sedangkan rata-rata riap diameter pada Tabel 1 diatas pada jenis sengon umur 5 tahun memiliki rata-rata 6,09 cm dan 4,30 cm pada umur 7 tahun. Sumarna (1961) dalam Krisnawati (2011) memperkirakan riap pertumbuhan sengon pada 134 petak contoh yang dibuat di beberapa lokasi di Kediri (Jawa Timur) serta Bogor (Jawa Barat). Hasil yang merepa peroleh pada umur 5 tahun dengan kualitas tempat tumbuh sedang, rata-rata riap

tinggi sengon tiap tahunnya sekitar 4 m, kemudian berkurang dengan bertambahnya umur tanaman. Berdasarkan dari uraian tersebut dapat dikatakan pertumbuhan riap tinggi dari sengon yang ditanam pada areal pasca tambang PT. Antang Gunung Meratus tergolong rendah karena hanya memiliki pertumbuhan riap 1,57 m.

Riap tinggi sengon pada areal pasca tambang PT. AGM memiliki kecenderungan meningkat menurut umur tanaman seperti pada Tabel 6, dimana pada umur 1 tahun sebesar 1,99 m, 5 tahun 1,57 m dan 7 tahun 1,95 m. Berbeda halnya dengan riap diameter pada umur 1 tahun ke 5 tahun terjadi peningkatan riap, yaitu dari 4,13 cm menjadi 6,09 cm dan pada tahun ke-7 terjadi penurunan pertumbuhan riap menjadi 4,30 cm. Berkaitan dengan hal tersebut pertumbuhan riap tinggi dan diameter dapat dipengaruhi oleh jarak tanam, faktor lingkungan keadaan tempat tumbuhnya dan intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman sengon pada lahan pasca tambang.

Proses pertumbuhan tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor dari ketersediaan cahaya matahari melalui tiga sifatnya yang diperlukan oleh tanaman seperti intensitas cahaya, kualitas cahaya atau panjang gelombang, serta lamanya penyinaran. Ketiga sifatnya tersebut berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman melalui proses pembentukan klorofil tanaman, pembukaan stomata, pembentukan antosianin, penyerapan unsur hara, permeabilitas dinding sel tanaman, proses transpirasi yang dilakukan tanaman dan gerakan protoplasma, perubahan suhu daun serta batang (Hanum, 2008 *dalam Aji et al*, 2015).

Menurut Mayer (1952) yang dikutip Hani dan Mile (2006), banyaknya intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan memanjang batang, ketebalan dan kekerasan batang. Sehingga semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka semakin bertambah pula pertumbuhan memanjang dari batang tersebut. Jarak tanam pada tiap tanaman dilapangan dapat mempengaruhi besar atau kecilnya intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman dan akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara. Jika jarak tanam rapat maka jumlah pohonnya lebih banyak sehingga akan menciptakan persaingan tanaman dalam memperoleh sinar matahari serta unsur hara yang diperlukan tanaman

untuk proses pertumbuhan. Pada sengon umur 5 tahunutupan vegetasinya tergolong rapat sehingga persaingan untuk mendapatkan cahaya dan unsur hara serta air tergolong tinggi berbeda dengan sengon umur 7 tahun yang vegetasinya tergolong jarang sehingga persaingan tanaman dalam mendapatkan cahaya kurang dan memungkinkan pohon tersebut tumbuh memanjang. Seperti yang dijelaskan Adame *et al*, (2014) Struktur tegakan seperti dominasi, diameter tegakan, kerapatan dan luas bidang dasar berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter pohon. Selain itu ukuran tajuk juga berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter Fraver *et al*, (2014); Sandonno (2018).

Riap diameter tiap-tiap jenis pada umur 5 tahun dan 7 tahun yang ditanam di areal reklamasi PT. AGM memiliki riap diatas 4 cm pertahunnya, baik itu pada jenis sengon, gmelina dan trembesi. Jika riap dari diameter tersebut dibandingkan dengan riap diameter di hutan alam yang di sebutkan oleh Dipodiningrat (1990) dalam Rahman, T (2018) besarnya riap diameter tanaman yang terdapat di hutan alam kurang dari 1 cm per tahun. Maka pertumbuhan dari riap diameter yang di tanam di PT. AGM tergolong besar dibandingkan di hutan alam. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh perlakuan silvikultur yang diterapkan di PT. AGM seperti persiapan sebelum penanaman, baik pemberian top soil pemupukan sebelum penanaman serta perawatan tanaman yang dilakukan sehingga pertumbuhan tanaman di areal reklamasi tersebut dapat tumbuh dengan baik.

Sukotjo (1976) yang dikutip Rahman, T (2018), pertumbuhan dari suatu tegakan tidak sama dengan pertumbuhan dari setiap pohon. Pertambahan tinggi serta diameter tanaman atau bidang dasar akan berbeda pertumbuhannya. Riap tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berbeda. Seterusnya riap atau volume total dalam suatu areal dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies, susunan keadaan tegakan, keadaan tempat tumbuh, bentuk dari suatu tegakan, rapat atau tidaknya tegakan, gangguan dari faktor eksternal, dan juga perlakuan terhadap tanaman.

Dalam upaya pemulihan lahan pasca tambang di PT. AGM yaitu dengan melakukan kegiatan reklamasi lahan pasca tambang yang bertujuan agar dapat memulihkan

keadaan lahan yang terdegradasi akibat proses kegiatan penambangan, dengan kegiatan tersebut dapat mempercepat terjadinya perbaikan kualitas lahan dan dapat meningkatkan kandungan unsur hara serta dapat meningkatkan keadaan bahan organik tanah sehingga akan membantu dalam proses pemulihan kondisi sifat fisik tanah seperti struktur, porositas dan mengurangi tingkat kepadatan tanah. Reklamasi merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk memperbaiki serta memulihkan kembali keadaan lahan marginal yang disebabkan kegiatan pertambangan, sehingga kembali dapat berguna secara optimal sesuai dengan peruntukannya, Latifah (2003) dalam Adman B (2012).

Salah satu keberhasilan reklamasi lahan pasca tambang adalah pemilihan jenis tanaman. Jenis-jenis yang umum digunakan adalah jenis akasia, sengon dan gamal (Setiadi, 2006). Sedangkan menurut Mansur (2010) dalam Adman B. (2012) pemilihan jenis tanaman yang memiliki potensi untuk menopang keberhasilan kegiatan revegetasi lahan pasca tambang biasanya jenis pohon yang mempunyai sifat intoleran. Pohon yang memiliki sifat intoleran umumnya ditemukan di daerah hutan sekunder dan beberapa merupakan jenis-jenis pohon pionir. Adapun dalam penilaian keberhasilan penanaman, maka hal-hal yang perlu diperhatikan meliputi; pertumbuhan tanaman yang baik, jumlah persentase hidup tercapai, target tanaman per hektar tercapai, variasi jenis tanaman sesuai serta kesehatan tanaman yang bagus, jika semua tercapai maka kegiatan reklamasi dapat dikatakan berhasil Parascita (2015).

Menurut Maharani (2010), bahwa kriteria-kriteria tanaman yang digunakan pada lahan reklamasi adalah jenis pioner, yang dapat tumbuh dengan cepat akan tetapi tidak membutuhkan unsur hara yang banyak, dapat menghasilkan serasah-serasah serta mudah dalam proses terdekomposisi, system perakaran tanaman baik serta dapat bersimbiosis dengan mikroba, dapat merangsang datangnya vector yang membawa biji, tidak sulit dan hemat dalam perbanyakannya penanaman serta pemeliharaannya. Jenis-jenis yang ditanam pada areal reklamasi PT. AGM memenuhi dengan kriteria tersebut khususnya berkaitan dengan jenis tanaman yang memiliki pertumbuhan tergolong cepat, tidak memerlukan hara banyak, dapat menghasilkan sisa tanaman atau serasah

yang banyak, mudah terdekomposisi serta bersimbiosis dengan mikroba tertentu Untuk jenis-jenis yang memenuhi kriteria ini adalah sengon, gmelina dan trembesi. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan sengon dan trembesi di areal PT. AGM lebih baik dari lahan pasca tambang di tempat lain. Hal ini diduga karena pH tanah pada lokasi PT. AGM relatif baik pH 5,5-6,5, sehingga relatif cukup baik dalam penyerapan unsur hara. Menurut Hartanto (2017) bahwa sengon dapat tumbuh dengan pada pH 6-7, sedangkan trembesi pH 5,6.

Keberhasilan revegetasi menurut Latifah (2003) yang dikutip dari Adman B. (2012) tergantung beberapa faktor seperti persiapan sebelum penanaman, pemeliharaan serta pemantauan pada tanaman. Adapun yang harus diperhatikan dalam persiapan sebelum penanaman meliputi pemupukan, pemilihan jenis yang akan ditanam, pengumpulan dan pengolahan biji, penyimpanan, serta persiapan penyemaian. Sedangkan untuk menopang keberhasilan reklamasi dan revegetasi yang dilakukan oleh PT. AGM meliputi kegiatan tahapan perencanaan bentuk lahan meliputi jumlah material yang dibersihkan, jumlah galian, pembuatan drainase dan pengendalian rencana erosi. Tahapan selanjutnya perencanaan revegetasi, penambahan cover crop pada lahan yang akan ditanami, selanjutnya penanaman pohon meliputi pohon perintis dan buah-buahan. Di PT. AGM penanaman pohon perintis merupakan prioritas utama pada daerah yang rusak karena selain pertumbuhannya yang cepat dan juga tahan terhadap keadaan tanah yang terganggu, penanaman pohon dapat dilakukan paling tidak 2 minggu setelah penyebaran cover crop.

Kegiatan penanaman yang dilakukan PT. Antang gunung Meratus dengan menanam jenis pohon perintis yang cepat tumbuh dengan jarak tanam perlobang tanam 3 x 3 m sebelum dilakukan penanaman pada areal reklamasi terlebih dahulu diberikan pemberian pupuk untuk menambahkan nutrisi yang tidak dapat diberikan oleh tanah yang sudah terganggu sehingga dapat memperbaiki kondisi fisik dan kimia tanah sebelum penanaman. Untuk pupuk yang dipakai meliputi jenis majemuk (NPK), jenis pupuk organik serta pupuk TSP. Adapun pemupukan pertama dilakukan pada saat menggali untuk lobang tanam yang berjarak 3 x 3 m dengan pemberian kompos sebanyak 2 kg dan

ditambah pupuk NPK sebanyak 150 gr perlobang tanam. Sedangkan pemupukan kedua dilakukan 3 bulan sekali dengan pemberian NPK dilakukan dengan sistem tugal pada kedalaman 15 cm, selanjutnya jika tanaman umur 1 tahun diberi pupuk kompos. Sedangkan pemeliharaan tanaman yang dilakukan terhadap tanaman pasca tambang di PT. AGM dilakukan mulai umur 0-2 tahun meliputi pembersihan atau pendangiran dari gulma pada tanaman muda, pemotongan cabang yang tidak efektif dan setelah 12 bulan dilakukan lagi perawatan meliputi kegiatan pruning (pemangkasan dahan).

Jenis Sengon merupakan tanaman yang memang sering digunakan dalam kegiatan reklamasi pasca tambang karena jenis tanaman Sengon tergolong jenis yang mampu beradaptasi pada lahan yang tergolong kritis atau miskin akan hara. Tanaman jenis Sengon sendiri pada dasarnya memiliki sifat yang mampu meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanah hal tersebut disebabkan pada ujung-ujung dari akar sengon memiliki bintil-bintil akar yang berfungsi untuk mengikat nitrogen. Uraian tersebut juga diperkuat dengan yang dikemukakan Garcia-Montiel *et al.* (1998) menyebutkan bahwa tanaman sengon dapat meningkatkan kandungan nitrogen. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya berasosiasi dengan bakteri pembintil akar. Secara ekologis jenis sengon memiliki kemampuan yang dapat meningkatkan keadaan kualitas lingkungan seperti memperbaiki kesuburan tanah dan tata air Suhartati (2008).

Trembesi yang ditanam pada areal reklamasi PT. Antang Gunung Meratus memiliki kelebihan dimana jenis tanaman ini selain memiliki tajuk yang rindang jenis tanaman ini merupakan jenis yang dapat menyerap Carbon dioksida di udara. Dan juga seresah dari daun trembesi dapat mengikat nitrogen dalam tanah. Seperti yang di jelaskan oleh Bashri, (2014) Trembesi memiliki beberapa manfaat yang baik untuk lingkungan, seresah daunnya dapat menyerap unsur nitrogen, menurunkan konsentrasi al tanah dan juga dapat menaikkan keadaan pH tanah.

Jenis Gmelina yang di tanam pada areal reklamasi dan revegetasi di PT. Antang Gunung Meratus tergolong banyak yang tumbuh, tetapi jenis ini hanya bisa ditemukan pada areal reklamasi dan revegetasi umur 1 tahun dan 5 tahun, pertumbuhannya pun tergolong cepat dan dapat tumbuh pada lahan yang tergolong kritis, sehingga gmelina cocok ditanam baik untuk lahan pasca tambang ataupun untuk penghijauan. Menurut Alrasyid & Widiarti (1992) bahwa jenis gmelina tidak menuntut kesuburan tanah yang tinggi dan mempunyai ketahanan hidup serta tingkat pertumbuhan yang tinggi pada berbagai kondisi lahan. gmelina ini cocok dikembangkan pada daerah-daerah lahan kritis yang mempunyai ketinggian dari 1 m - 700 m dari permukaan laut (dpl) hal inilah yang menyebabkan sehingga tanaman ini lebih baik pertumbuhannya dibanding yang lain Sandalayuk D *et al.* (2018).



Gambar 1. Keadaan lokasi pengambilan data: a) Areal reklamasi umur vegetasi 1 tahun; b) Areal reklamasi umur vegetasi 5 tahun; c) Areal reklamasi umur vegetasi 7 tahun.

Keadaan lokasi pada umur reklamasi 1 tahun penutupan tanaman bawahnya seperti rumput-rumputan atau tanaman jenis cover crop masih kurang rapat dan bisa disebut terbuka sehingga hal tersebut memungkinkan terjadinya pemadatan tanah, erosi yang menyebabkan tercucinya bahan organik tanah dan memungkinkan tanah tersebut tergenang sehingga membuat air asam tambang naik serta kurangnya bahan organik dalam tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Karena dapat diketahui sendiri bahwa keberadaan tanaman tutupan bawah sangatlah penting terhadap proses pertumbuhan tanaman dan proses perbaikan keadaan kondisi tanah yang sudah terdegradasi akibat pasca penambangan. Seperti yang dijelaskan Maisyaroh, (2010) Keberadaan tanaman bawah sangat penting, dalam memperkuat struktur tanah, membantu dalam peresapan dan menahan air secara langsung yang jatuh ke permukaan tanah, mencegah erosi, dapat mengurangi laju aliran air pada permukaan tanah, memicu perkembangan biota tanah yang akan membantu dalam proses perbaikan sifat fisik serta keadaan kimia tanah, dan memperbanyak bahan organik di permukaan tanah resistensi tanah terhadap erosi akan meningkat.

Areal reklamasi umur vegetasi 5 tahun sendiri keadaan penutupan tanaman bawahnya termasuk tebal atau rapat serta tutupan tajuk-tajuk pohon tergolong lebat sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi ketersediaan bahan organik tanah karena banyaknya sisa-sisa tanaman seperti ranting-ranting serta serasah-serasah dedaunan pohon sehingga dengan ketersediaannya bahan-bahan organik tersebut dapat menjadi faktor utama dalam proses pembentukan tanah, meningkatkan kandungan organik tanah, mengurangi lajunya erosi, dan dapat menaikkan pH tanah. Menurut Nilsson & Wardle, (2005) dalam Purnomo *et al.*, (2018) Pada keadaan tajuk yang baik, keadaan tumbuhan bawah yang terdapat pada permukaan akan berevolusi menjadi biomassa yang lebih cepat dari pohon. Perubahan tersebut merupakan bagian yang penting dalam pembentukan serasah tahunan dan akan berubah menjadi tanah.

Soepardi (1983) yang dikutip dari Setyowati *et al.* (2017) Serasah berperan penting dalam meningkatkan keadaan kelembapan tanah, dapat memperbaiki keadaan fisik, kimia dan biologis tanah, serta

merupakan tempat tumbuh dari berbagai mikroorganisme tanah, sehingga tanah yang memiliki bahan organik tinggi akan memiliki warna kecoklatan dan akan menghitam dengan beriringnya waktu, dapat mengacu granulasi agregat, menurunkan plastisitas tanah, kohesi serta memperbaiki kemampuan tanah dalam menahan air. Sehingga pada areal reklamasi umur 5 tahun pertumbuhan tanamannya tergolong bagus karena ketersediaan dari bahan organik tanah dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah pada lokasi tersebut dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena unsur-unsur yang diperlukan oleh tanaman dalam proses pertumbuhan dapat tersedia dengan adanya bahan organik tanah tersebut.

Bahan organik tanah berpengaruh terhadap kesuburan tanah, dimana semakin tinggi kandungan organik yang terdapat di permukaan tanah, maka akan meningkatkan kandungan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk menopang pertumbuhannya bahan organik tersebut dapat tersedia oleh vegetasi tanaman bawah seperti cover crop, serasah dedaunan pohon ataupun ranting-ranting pohon yang selanjutnya akan terdekomposisi oleh mikroba tanah. Seperti yang dikemukakan oleh Susanto (2005), pembentuk bahan organik tanah meliputi flora, fauna dan serta perakaran tumbuhan yang mengalami proses dekomposisi dan perubahan. Hanafiah (2007) sisa dari tumbuhan yang belum selesai terdekomposisi dengan sempurna akan mengendap di tanah serta dapat meningkatkan kandungan C organik pada tanah.

Areal reklamasi umur 7 tahun pada lokasi pengambilan data didominasi oleh jenis Sengon, karena pada lokasi ini sebelumnya menerapkan sistem tanam berplot berbeda dengan areal reklamasi umur 1 tahun serta 5 tahun yang pola tanamnya jalur sehingga saat pengambilan data pada areal reklamasi umur 7 tahun hanya terdapat jenis Sengon. Adapun keadaan tanaman bawahnya pada umur 7 tahun seperti rerumputan atau cover cropnya sudah mulai banyak yang mati sehingga tutupannya mulai terbuka berhubungan dengan hal tersebut dapat mempengaruhi ketersediaan bahan organik tanah dan dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah serta pertumbuhan tanaman pada areal reklamasi 7 tahun tersebut, terlebih lagi pada lokasi ini banyak terdapat parit-parit kecil yang menjadi penyebab utama terjadinya erosi serta pencucian bahan

organik tanah yang dapat meningkatkan keasaman tanah serta pada lokasi ini berada dekat dengan bekas lubang galian yang telah terisi air sehingga air asam tambang naik dan mempengaruhi pH tanah yang menjadi rendah.

Cekungan-cekungan yang terdapat pada areal pasca tambang atau bekas lubang galian yang tidak tertutupi dengan rapi akan menimbulkan genangan-genangan air pada permukaan tanah yang diakibatkan oleh air hujan. Keadaan tersebut juga akan dipercepat dengan kondisi tanah pada areal pasca tambang yang tergolong padat serta keras sehingga pori-pori tanah akan kecil dan menyebabkan lambatnya proses penyerapan air serta hara kedalam tanah sehingga akan mempercepat proses pencucian tanah serta unsur hara yang akan diserap tanah untuk tanaman akan larut. Genangan air tersebut akan menyebabkan naiknya air asam tambang dan menyebabkan tanah pada areal tersebut menjadi asam atau pH tanahnya menjadi rendah. Seperti yang dikemukakan oleh Kustiawan, (2001) Pada areal bekas tambang sering terdapat lubang-lubang bekas sisa galian yang menyebabkan genangan air ketika hujan dan lama kelamaan genangan air tersebut dapat mengakibatkan tanah menjadi masam atau pH tanah turun (Kustiawan, 2001). Bell and Donnelly (2006) dalam Cahyono Agus *et al* (2014) menegaskan dengan sistem pertambangan terbuka dapat mengakibatkan udara mampu masuk kedalam permukaan areal tambang yang lebih luas sehingga mengakibatkan air tanah tercemar dan menghasilkan adanya kandungan pirit yang tinggi pada areal penambangan sebagai sumber keasaman.

## KESIMPULAN

Jenis-jenis yang ditanam pada areal reklamasi dapat tumbuh dengan baik dengan rata-rata riap diameter jenis sengon 6,09 cm dengan riap tingginya 1,57 m pada umur 5 tahun, sedangkan sengon umur 7 tahun memiliki riap diameter rata-rata 4,3 cm serta mempunyai riap tinggi rata-rata 1,85m. Jenis trembesi umur 5 tahun riap diameternya rata-rata 5,04 cm dengan riap tingginya 1,58 m, jenis gmelina umur 5 tahun memiliki rata-rata diameter 4,27 cm dan rata-rata tinggi riapnya 1,60 m. Sengon memiliki pertumbuhan yang tergolong baik dan tergolong tanaman yang

mudah beradaptasi terhadap lingkungan tempat tumbuhnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adame, P., Brandeis, T. J., & Uriarte, M. (2014). Diameter growth performance of tree functional groups in Puerto Rican secondary tropical forest. *Forest Systems*, **23**(1), 52-63.
- Adman, B. (2012). Potensi Jenis Pohon Lokal Cepat Tumbuh Untuk Pemulihan Lingkungan Lahan Pasca Tambang Batubara (Studi Kasus Di PT. Singlurus Pratama, Kalimantan Timur) [tesis]. Program Magister Ilmu Lingkungan: Universitas Diponegoro Semarang.
- Aji I.M.L., Sutriano R., Yudistira, 2015. *Pengaruh Media Tanam dan Kelas Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Benih Gaharu (Gyrinops versteegii)*. *Jurnal Media Bina Ilmiah* **9** (5): 1-10
- Alrasyid, H., & Widiarti, A. (1992). Teknik Penanaman dan Pemungutan Hasil *Gmelina arborea*. Petunjuk Teknis No. 36, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Bogor. 11 hal.
- Budiana Eka I G, Jumani, dan Biantary M P. 2017. Evaluasi Tingkat Keberhasilan Revegetasi Lahan Bekas Tambang Batubara Di PT Kitasin Site Embalut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Indonesia*.
- Bashri, A., Utami, B. & Primandiri, P. R. 2014. *Pertumbuhan Bibit Trembesi (Samanea saman) dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula pada Media Bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Klotok Kediri*. *Prosiding Seminar Biologi*. Surakarta: FKIP UNS.
- Brilliant Hawa, D. 2016. Potensi Invasif Trembesi (Samanea saman Jacq.) Di Zona Rehabilitasi Taman Nasional Meru Betiri, Jawa Timur [Skripsi]. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Fraver, S., D'Amato, A W., Bradford, J. B., Jonsson, B. G., Jonsson, M., & Esseen, P. A. (2014). Tree growth and competition in

- and old-growth *Picea abies* forest of boreal Sweden: influence off tree spatial patterning. *Journal of Vegetation Science*, **25**(2), 374-385.
- Garcia-Montiel, D.C., and Binkley, D. 1998. Effect of *Eucalyptus saligna* and *Albizia falcataria* on soil processes and nitrogen supply in hawaii. *Oecologia* **113**(4):547–556.
- Hanafiah K A. 2007. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hani, A dan M.Y. Mile. 2006. Uji Silvikultur Sengon Asal Tujuh Sumber Benih. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, Vol. **3** No. 2 2006, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Litbang Kehutanan, Departmen Kehutanan.
- Hartanto, H. 2011. *Cara Pembudidayaan Sengon*. Brilliant Book, Yogyakarta
- Indrajaya Y dan Siarudin M (2015). DAUR TEBANG OPTIMAL HUTAN RAKYAT GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb.) DI TASIKMALAYA DAN BANJAR, JAWA BARAT, INDONESIA. Balai Penelitian Teknologi Agroforestry, Jl. Raya Ciamis-Banjar km 4, Ciamis, Indonesia.
- Kumar, B. M. 2013. *Mining waste contaminated lands: an uphill battle for improving crop. Productivity*. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* **1** (1): 43-50. ISSN: 2339-076X. College of Forestry, Kerala Agricultural University, KAU P.O., Thrissur, Kerala 680 656, India; Fax +91 4872371040; Phone +91 4872370050.
- Kustiawan W. 2001. *Perkembangan Vegetasi dan Kondisi Tanah serta Revegetasi pada Lahan Bekas Galian Tambang Batubara di Kalimantan Timur*. *Kehutanan Rimba Kalimantan* **6** (2): 20-30.
- Maas, A. 2002. *Evaluasi Kerusakan Lahan dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan Fisik Pasca Tambang*. BPPT. Jakarta.
- Maharani, Ricky (2010) Status Riset Reklamasi Bekas Tambang Barubara: Revegetasi Bekas Tambang Batubara. Samarinda Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Maisyaroh, W. (2010). Struktur Komunitas Tumbuhan Penutup Tanah di Taman Hutan Raya R. Soerjo Cangar, Malang. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, **1** (1), 2087 - 3522.
- Parascita, L. (2015) Rencana Reklamasi Pada Lahan Pasca Tambang Tanah Liat di Kuari Tlogowaru PT Semen Indonesia (persero Tbk, Pabrik Tuban Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pertambangan Vol 1 Periode Maret-Agustus*. Yogyakarta UPN Veteran.
- Purnomo, D, W. Didi Usmedi, dan Julisasi Tri Hadiah. 2018. Dampak Keterbukaan Tajuk terhadap Kelimpahan Tumbuhan Bawah pada Tegakan *Pinus oocarpa* Schiede dan *Agathis alba* (Lam) Foxw. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, **12** (2018), 61-73.
- Rahmawaty. 2002. Restorasi Lahan Bekas Tambang Berdasarkan Kaidah Ekologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Rahman T, Jumani, dan Heni Emawati (2018). Riap Dan Kestabilan Tegakan Tanaman Sengon (*Albiziafalcataria*) Di Kelurahan Lempake Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda. *Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Indonesia*.
- Sandalayuk D., B.D.A.S. Simarangkir Abubakar Lahjie Yosep Ruslim. (2018). Analisis Pertumbuhan Gmelina (*Gmelina arborea*. Roxb) Dan Mahoni (*Swietenia magrophylla*. King) Di Gorontalo **1**(1) april 2018, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.
- Sandono, R. (2018) Predeksi lebar tajuk pohon dominan pada pertanaman jati asal kebun benih klon di Kesatuan Pemangkuan Hutan Ngawi, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, **12**, 127-141.
- Setiadi, Y. (2006) Bahan Kuliah EkologiRestorasi. Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Sekola Pasca Sarjana IPB.
- Setyowati, R, D, N, Nahawanda Ahsanu Amala, Nila Nur Ursyiatu Aini. 2017. *Studi Pemilihan Tanaman Revegetasi Untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Ampel Surabaya **3** (1): (14-20).
- Siswanto B., Krisnayani B. D., Utomo W. H., and Anderson C. W. N. 2012 *Rehabilitation*

*of Artisanal Gold Mining Land in West Lombok, Indonesia: Characterization of Overburden and The Surrounding Soils.* Journal of Geology and Mining Research 4(1):1-7, January 2012. ISSN 2006-9766.

Singh, A. N., A. S. Raghubanshi and J. S. Singh. 2002. Plantation as a Tool for Mine Spoil Restoration. *Current Sci.* 82(12):1436-1441.

Suharyono Gatot dan Yulizon Menry. 2005. "Analisis karakteristik unsur-unsur dalam tanah diberbagai lokasi dengan menggunakan XRF". Puslitbang Teknologi Maju-BATAN. Jokjakarta.

Suhartati. 2008. Aplikasi Inokulum *EM-4* dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). Balai Penelitian Hutan Penghasil Serat Kuok. Jl. Raya Bengkinang-Kuok Km. 9, Riau.

Sutanto, R. 2013. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Kanisuis. Yogyakarta. 208 hlm.