



**PENERAPAN METODE BIOSTIMULASI PADA LAHAN BEKAS
PERTAMBANGAN BATU BARA DI PT. BANJARSARI PRIBUMI, KAB.
LAHAT, PALEMBANG, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

Oleh:

TONI TRI DESMER



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH
MALANG**

2021

**PENERAPAN METODE BIOSTIMULASI PADA LAHAN BEKAS
PERTAMBANGAN BATU BARA DI PT. BANJARSARI PRIBUMI, KAB.
LAHAT, PALEMBANG, SUMATERA SELATAN**

Oleh:
TONI TRI DESMER
165040201111210

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian
Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH
MALANG**

2021





RINGKASAN

TONI TRI DESMER 165040201111210, STUDI PENERAPAN METODE BIOSTIMULASI PADA LAHAN BEKAS PERTAMBANGAN BATUBARA DI PT.BANJARSARI PRIBUMI, KAB. LAHAT, PALEMBANG, SUMATERA SELATAN. Di bawah bimbingan Prof.Dr.Ir.Mochammad Munir, Ms sebagai pembimbing utama

Teknologi Biostimulasi merupakan suatu usaha untuk memperbanyak dan mempercepat pertumbuhan mikroba yang sudah ada didalam tanah yang sudah tercemar dengan cara memberikan lingkungan pertumbuhan yang diperlukan seperti penambahan nutrien. kurangnya pasokan *topsoil* yang akan digunakan untuk menimbun kembali lahan hasil galian menjadi permasalahan utama di area pertambangan selain itu mahalnya biaya penambahan *topsoil* juga menjadi faktor penyebab berkurangnya peroses reklamasi di area pertambangan batu bara Pemanfaatan tanah OB (*Overburden*) yang berpotensi asam sebagai pengganti *topsoil* yang akan dijadikan untuk lahan reklamasi dalam penggunaan metode biostimulasi karena dengan pertimbangan tanah OB (*Overburden*) mempunyai karakteristik stuktur dan tekstur yang hampir sama dengan *soil*.

Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan September-November 2019 di PT.Banjarsari Pribumi, kab. Lahat, Palembang, Sumatera Selatan. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survey. Penelitian di awali dengan penggemburan tanah, kemudian pembuatan lubang tanaman dengan jarak 4 m per masing-masing lubang tanam, pengaplikasian biostimulan berupa nutrisi A yang mengandung beberapa mikroba yang berperan dalam pelapukan bahan organik yang berfungsi untuk mempercepat proses penggemburan tanah dan B yang mangandung beberapa mineral, nutrisi, vitamin serta unsure hara yang dibutuhkan oleh tanah yang memiliki fungsi utama dalam penetralan pH tanah dan pengaplikasian biostimulan beerupa nutris C dua minggu kemudian, yang terbuat dari unsure hara mikro dan makro serta zat perangsang tumbuhan dan asam organik yang berfungsi untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman. Pengaplikasian jumlah atau takaran biostimulan berupa nutrisi A sebanyak 40g, nutisi B 200g dan nutrisi C 20g.

Hasil dari kegiatan penelitian adalah perubahan nilai ph tanah yang awalnya 5.5 naik menjadi 7.0 dan untuk pertumbuhan tanaman reklamasi menunjukkan tanaman sengon dan trembesi memiliki pertumbuhan lebih unggul pada minggu ke tiga dan ke empat dibandingkan tanaman karet yang hanya tumbuh 1cm tiap minggunya, serta perbandingan biaya reklamasi menggunakan metode biostimulasi lebih hemat 25% atau sekitar Rp.49.053.457,-/Ha dibandingkan dengan penerapan metode konvensional dalam pelaksanaan upaya reklamasi



SUMMARY

TONI TRI DESMER 16504020111210. STUDIES APPLICATION OF BIOSTIMULASI METHOD ON EX-COAL MINING LAND AT PT.BANJARSARI PRIBUMI, KAB. LAHAT, PALEMBANG, SUMATERA SELATAN. Usupervised Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, Ms

Biostimulation technology is an attempt to multiply and accelerate the growth of microbes that already exist in polluted soil by providing the necessary growth environment such as adding nutrients. the lack of supply of topsoil which will be used to backfill the excavated land is a major problem in mining areas besides the high cost of adding topsoil is also a factor causing the reduction in the reclamation process in coal mining areas Utilization of potentially acidic OB (*Overburden*) soil as a substitute for topsoil that will used for land reclamation in the use of the biostimulation method because with the consideration that OB (*Overburden*) soil has structural and texture characteristics that are almost the same as soil.

Research activities were carried out in September-November 2019 at PT. Banjarsari Indigenous, kab. Lahat, Pelambang, South Sumatra. The method used in this research is a survey method. The study began with loosening the soil, then making plant holes with a distance of 4 m per each planting hole, the application of biostimulants in the form of nutrient A which contains several microbes that play a role in weathering organic matter which serves to accelerate the process of soil loosening and B which contains several minerals, nutrients, vitamins and nutrients needed by the soil which have a main function in neutralizing soil pH and the application of biostimulants in the form of nutritional C two weeks later, which is made of micro and macro nutrients as well as plant stimulants and organic acids that function to meet the nutritional needs of plants . Application of the amount or dose of biostimulants in the form of 40g of A nutrition, 200g of B nutrition and 20g of C nutrition.

The results of the research activity were changes in the pH value of the soil, which initially increased from 5.5 to 7.0 and for the growth of reclamation plants showed that sengon and trembesi plants had superior growth in the third and fourth weeks compared to rubber plants which only grew 1cm per week, as well as a comparison of reclamation costs using the biostimulation method is 25% more efficient or around Rp.49,053,457, -/ha compared to the application of conventional methods in the implementation of reclamation efforts

**DAFTAR ISI****COVER****LEMBAR PERSETUJUAN****LEMBAR PENGESAHAN****RINGKASAN****SUMMARY****KATA PENGANTAR**..... **i****RIWAYAT HIDUP**..... **iii****DAFTAR ISI**..... **iv****DAFTAR GAMBAR**..... **vi****DAFTAR TABEL**..... **vii****DAFTAR LAMPIRAN**..... **viii****1. PENDAHULUAN**1.1 Latar Belakang **1**1.2 Rumusan Masalah **3**1.3 Hipotesis **4**1.4 Tujuan **4**1.5 Manfaat **4**1.6 Alur Pikir Penelitian **5****2. TINJAUAN PUSTAKA**2.1 Reklamasi Lahan **6**2.2 Metode Reklamasi Lahan **8**2.3 Tahapan Reklamasi Lahan **9**2.4 Teknologi Biostimulasi **11**2.5 Tanaman Utama **13**2.5.1 Tanaman Sengon **13**2.5.2 Tanaman Karet **15**2.5.3 Tanaman Trembesi **16**2.6 Legume Cover Crop (LCC) **18****3. METODE PELAKSANAAN**3.1 Waktu dan Tempat **21**3.2 Alat dan Bahan **21**



3.3 Metode Penelitian.....	22
3.4 Variabel Penelitian.....	23
3.5 Metode Kegiatan Pelaksana.....	24
3.5.1 Persiapan Lahan.....	24
3.5.2 Pemberian Nutrisi A.....	26
3.5.3 Pemberian Nutrisi B.....	26
3.5.4 Pemberian Nutrisi C dan Penanaman.....	27
3.5.5 Pengamatan Tanaman Reklamasi.....	28
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil.....	30
4.1.1 pH Tanah.....	30
4.1.2 Parameter Pertumbuhan Tanaman.....	30
4.1.3 Analisis Hasil Uji Lab Tanah.....	32
4.1.4 Perbandingan Biaya Reklamasi.....	33
4.2 Pembahasan.....	35
4.2.1 pH Tanah.....	35
4.2.2 Parameter Pertumbuhan Tanaman.....	36
4.2.3 Analisis Hasil Uji Lab Tanah.....	40
4.2.4 Perbandingan Biaya Reklamasi.....	43
5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Tanaman Sengon	13
2.	Tanaman Karet	15
3.	Tanaman Trembesi	17
4.	<i>Mucuna Breacteata</i>	18
5.	Area Uji Coba Reklamasi	25



DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Konsep Variable Bebas dan Terikat Proses Reklamasi	23
2.	Hasil Analisis pH Tanah	30
3.	Hasil Parameter Pengamatan Tanaman Reklamasi	31
4.	Hasil Analisis Unsur Hara Tanah	32
5.	Harga Sewa Alat	34
6.	Harga kebutuhan bahan kegiatan revegetasi	34
7.	Perbandingan Biaya Rencana Reklamasi	34



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Hasil Analisis Uji Lab Tanah Sebelum Reklamasi.....	50
2.	Hasil Analisis Uji Lab Tanah Sesudah Reklamasi	51
3.	Perhitungan Perbandingan Biaya Reklamasi Tambang	52
4.	Dokumentasi Penelitian.....	53

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan sumber daya alam, sehingga potensi besar untuk meningkatkan perekonomian Indonesia pada bidang industri. Salah satunya adalah industri pertambangan. Dengan adanya industri pertambangan tentu dapat memberikan dampak positif dalam hal meningkatkan perekonomian di Indonesia. Selain itu kegiatan penambangan yang baik dapat mendatangkan devisa, bahan tambang yang berupa logam berat dapat diangkut keluar dari lahan, sehingga terhindar dari potensi pencemaran logam berat hasil pelapukan pada lahan yang ada di bawahnya, serta bentang lahan dapat diatur sesuai dengan yang diharapkan, sehingga nilai fungsi lahan tetap terjaga dan bahkan dapat ditingkatkan dari sebelumnya (Subowo, 2011). Salah satu industri pertambangan tersebut adalah pertambangan batu bara. Tetapi disisi lain pertambangan batu bara juga memiliki dampak negatif bagi kehidupan, diantaranya pencemaran lingkungan, alih guna lahan dan menghilangkan unsur hara yang terdapat di dalam tanah. Pertambangan batubara juga menyebabkan kerusakan besar pada flora, fauna, hidrologi dan sifat biologi tanah (Kumar dan Pandey, 2013). Pertambangan batu bara tiap tahunnya terus meningkat, pada tahun 2018 produksinya mencapai 400 juta ton (Arinaldo, 2019). Penggunaan batubara secara langsung dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga uap, industri semen, ketel uap dan juga sebagai briket dalam rumah tangga (Mangkusubroto, 1996).

Besarnya potensi ekonomi yang diperoleh dari batubara tersebut, membuat pengusaha/investor melakukan eksploitasi terhadap kawasan potensial untuk dijadikan daerah pertambangan batubara. Hal ini tentunya menimbulkan kekhawatiran bagi masyarakat yang tinggal di sekitar pertambangan batu bara karena sebagian besar wilayah mereka di alih fungsikan sebagai lahan pertambangan, selain itu hasil dari pertambangan batu bara juga akan merusak kondisi tanah sehingga akan sulit buat ditanami tanaman. Pertambangan secara drastis mengubah sifat fisik dan kimia serta lingkungan biologis tanah. Keadaan ini ditandai oleh kandungan bahan organik rendah, pH rendah bahkan sangat rendah, kapasitas memegang air rendah

(low water holding capacity) rendah, salinitas, dan tekstur kasar, pemadatan tanah, pemasokan unsur hara pada tanaman tidak memadai, erosi dipercepat dan bahan pembangkit asam (Kumar, 2013). Tanah bekas tambang mempunyai kekurangan antara lain, sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Masalah fisik tanah antara lain tekstur tanah. Tanah lahan bekas tambang miskin unsur hara dan bahan organik, serta memiliki struktur yang gembur. Masalah kimia tanah berhubungan dengan kemasaman tanah (pH), kekurangan unsur hara, dan sisa mineral beracun. Pattimahu (2004) membagi kondisi kerusakan lahan pasca tambang menjadi kerusakan fisik, kimia dan biologi. Pertambangan juga memiliki dampak negatif pada topografi tanah, tetapi yang paling penting tanah menjadi kurang subur karena hilangnya tanah lapisan atas, kerusakan tanaman melalui kegiatan peledakan terkendali. Tanah dapat kehilangan kemampuannya untuk menahan air melalui peledakan (Nzimande dan Chauke, 2012).

Kerusakan yang diakibatkan dari hasil pertambangan batu bara tersebut jika dibiarkan tentunya akan menimbulkan kerusakan yang lebih parah lagi, maka diperlukan solusi untuk memperbaiki kondisi tanah baik secara kimia, fisika maupun biologi sehingga dapat digunakan lagi, maka kegiatan reklamasi menjadi satu kebutuhan yang sangat penting untuk dilakukan. Selain bertujuan untuk mencegah timbulnya erosi atau mengurangi kecepatan aliran air limpasan, reklamasi dilakukan untuk menjaga lahan agar tidak labil dan lebih produktif (Munir, 2017).

Permasalahan lain yang terjadi di area pertambangan terkait dengan reklamasi adalah kurangnya pasokan topsoil yang akan digunakan untuk menimbun kembali lahan hasil galian selain itu mahalnya biaya penambahan topsoil juga menjadi faktor penyebab berkurangnya proses reklamasi di area pertambangan batu bara. Top soil sangat diperlukan dalam proses reklamasi dikarenakan reklamasi diharapkan akan dapat menghasilkan nilai tambah bagi lingkungan dan menciptakan keadaan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan keadaan lingkungan sebelumnya, namun dengan mahalnya biaya penambahan topsoil maka diperlukan suatu upaya reklamasi dengan penerapan metode biostimulasi yang mana metode ini merupakan suatu metode reklamasi pada lahan bekas pertambangan batu bara tanpa penambahan topsoil pada

lahan reklamasi. Pemanfaatan tanah OB (*Overburden*) yang berpotensi asam sebagai pengganti *topsoil* yang akan dijadikan untuk lahan reklamasi, karena dengan pertimbangan tanah OB (*Overburden*) mempunyai karakteristik struktur dan tekstur yang hampir sama dengan *soil*. Menurut Young (2007) Biostimulasi merupakan suatu usaha untuk memperbanyak dan mempercepat pertumbuhan mikroba yang sudah ada didalam tanah yang sudah tercemar dengan cara memberikan lingkungan pertumbuhan yang diperlukan seperti penambahan nutrisi. Oleh sebab itu, penerapan biostimulasi dapat dijadikan sebagai solusi permasalahan utama dari biaya penambahan top soil yang mahal untuk proses reklamasi pada lahan bekas pertambangan batu bara.

Pemanfaatan lahan bekas tambang untuk perluasan area pertanian merupakan suatu peluang, setelah lahan tersebut direklamasi untuk meningkatkan daya dukung dan daya guna untuk produksi biomassa (Mulyanto, 2008). Dengan dilakukannya kegiatan reklamasi dengan penerapan metode biostimulasi terhadap lahan bekas tambang batu bara diharapkan dapat memperbaiki kembali unsur hara yang ada dalam tanah agar dapat di gunakan kembali dalam bidang pertanian atau bidang produktif lainnya, sehingga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat yang di sekitar pertambangan batu bara.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan metode biostimulasi berpengaruh terhadap perubahan nilai pH tanah?
2. Bagaimanapenerapan metode biostimulasi berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman?
3. Bagaimana penerapan metode biostimulasi lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode konvensional?

1.3 Hipotesis

1. Aplikasi penerapan metode biostimulasi dapat meningkatkan pH tanah pada lahan bekas pertambangan batu bara
2. Aplikasi penerapan metode biostimulasi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada lahan bekas pertambangan batu bara.
3. Penerapan metode biostimulasi lebih menguntungkan dibandingkan metode konvensional.

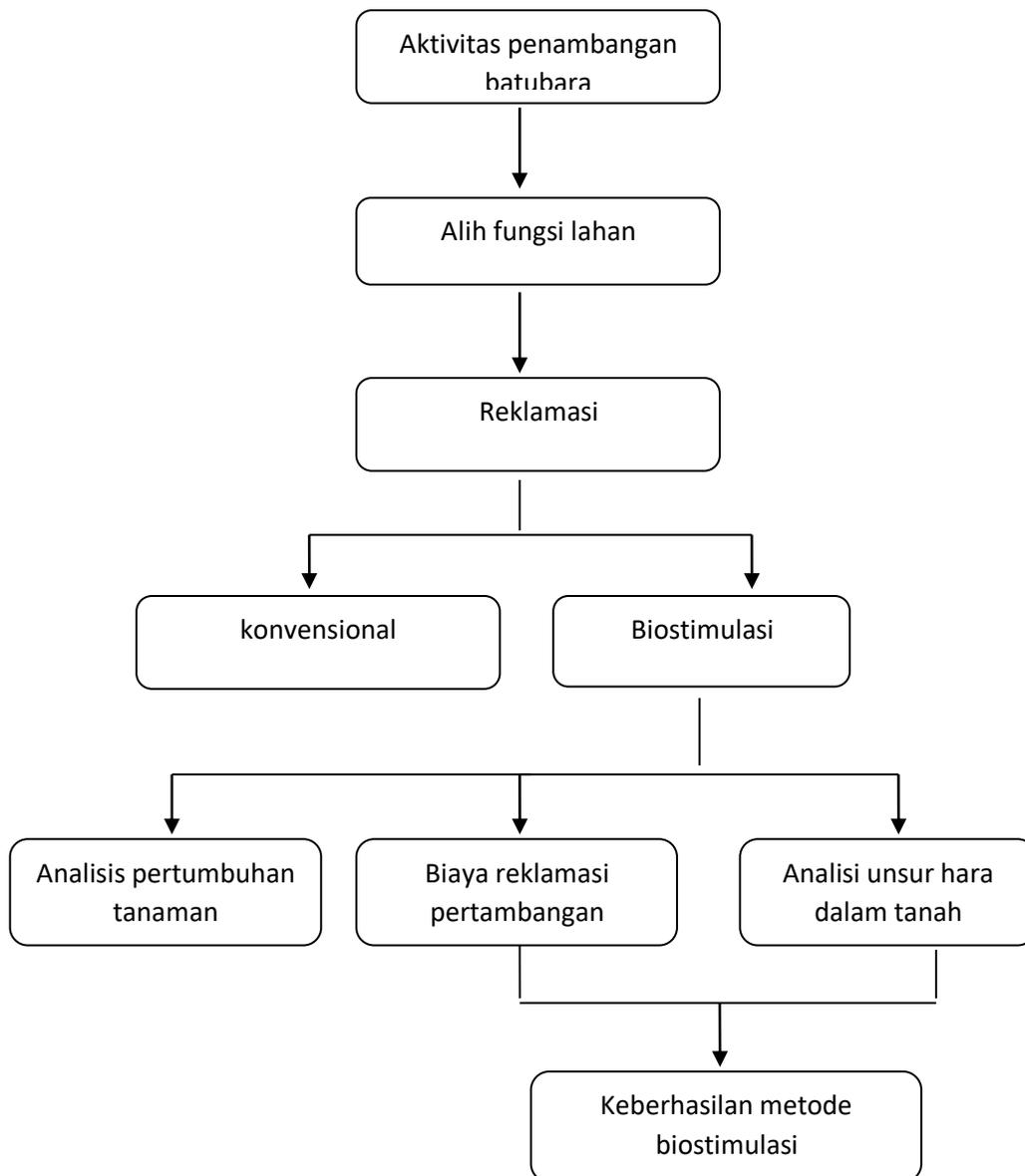
1.4 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh penerapan metode biostimulasi terhadap perubahan nilai pH tanah pada lahan bekas pertambangan batu bara.
2. Mengetahui pengaruh penerapan metode biostimulasi terhadap pertumbuhan tanaman reklamasi pada lahan bekas pertambangan batu bara
3. Melakukan perbandingan perencanaan biaya reklamasi dalam penerapan metode biostimulasi dan konvensional

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses penerapan metode biostimulasi dalam reklamasi dan menganalisis tingkat keberhasilan dari pelaksanaan reklamasi pada lahan bekas tambang batu bara serta manfaat atau dampak yang ditimbulkan setelah dilakukannya reklamasi pada lahan bekas tambang batu bara bagi lahan pertambangan dan masyarakat setempat.

1.6 Alur Pikir Penelitian



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Reklamasi Lahan

Reklamasi merupakan kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan, agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya. Reklamasi diharapkan akan dapat menghasilkan nilai tambah bagi lingkungan dan menciptakan keadaan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan keadaan lingkungan sebelumnya. Menurut Kepmen ESDM No. 18 tahun 2008 yang dimaksud reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan umum, agar dapat berfungsi dan berdayaguna sesuai dengan peruntukannya. Reklamasi adalah usaha memulihkan kembali lahan yang rusak sebagai akibat kegiatan usaha penambangan, agar dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan kemampuannya. KEPMEN Pertambangan dan Energi No. 1211.K/008/M.PE/1995 yang dimaksud reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan umum, agar dapat berfungsi dan berdayaguna sesuai dengan peruntukkannya. Menurut Suhartanto (2007), reklamasi lahan adalah suatu upaya pemanfaatan, perbaikan dan peningkatan kesuburan lahan yang rusak secara alami maupun pengaruh manusia melalui penerapan teknologi maupun pemberdayaan masyarakat.

Reklamasi memiliki beberapa ruang lingkup seperti eksplorasi, pembersihan lapangan (*land clearing*), penggalian *top soil* dan *overburden*, penggalian batubara, penataan lahan, revegetasi termasuk penyiapan pembibitan, dan pemeliharaan serta evaluasi hasil kegiatan. Pelaksanaan reklamasi dilakukan paling lambat satu bulan setelah tidak ada lagi kegiatan usaha pertambangan pada lahan yang terganggu. Kegiatan reklamasi dan pascatambang diatur di Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009. Pasal 140 ayat (3) Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 dijelaskan bahwa kewenangan untuk melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan yang dilakukan oleh pemegang IUP, IPR, dan IUPK merupakan wewenang dari menteri, gubernur dan bupati/walikota. Selain itu Pemeliharaan hasil

reklamasi menurut Peraturan Pemerintah Nomor 78 Tahun 2008 Tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan adalah merupakan kegiatan untuk menjaga, mengamankan, dan meningkatkan kualitas tanaman hasil kegiatan reboisasi, penghijauan jenis tanaman, dan pengayaan tanaman. Dalam Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral dan Batubara, disebutkan bahwa Reklamasi merupakan kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan dan memperbaiki kualitas lingkungan serta ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya. Serta, disebutkan pula bahwa kegiatan pascatambang merupakan kegiatan terencana, sistematis, dan berlanjut setelah akhir dari sebagian atau seluruh kegiatan usaha pertambangan yang bertujuan untuk memulihkan fungsi lingkungan alam dan fungsi sosial menurut kondisi lokal di seluruh wilayah pertambangan. Tujuan akhir dari reklamasi adalah memperbaiki bekas lahan tambang agar kondisinya aman, stabil dan tidak mudah tererosi sehingga dapat dimanfaatkan kembali (Darwo, 2003). Penetapan tujuan reklamasi dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- a. Jenis mineral yang di tambang
- b. Sistem penambangan yang digunakan
- c. Keadaan lingkungan setempat
- d. Perencanaan tata ruang yang telah ada
- e. Nilai jasa lingkungan
- f. Keadaan sosial masyarakat setempat.

Reklamasi lahan berdampak negatif dari aktifitas tambang terbuka menurut Sitorus (2003) adalah alat strategis untuk memperbaiki kerusakan akibat penambangan permukaan dengan mengembalikan sisa hasil penambangan kedalam lubang-lubang tambang, dan menanam kembali vegetasi dengan memperhatikan sisa galian (tailing) yang mengandung bahan beracun. Reklamasi lahan tambang juga merupakan upaya/usaha menciptakan agar permukaan tanah dapat stabil, dapat menompang sendiri secara keberlanjutan (self-sustaining) dan dapat digunakan untuk produksi, dimulai dari hubungan tanah dengan vegetasi, sebagai titik awal pembangunan ekosistem baru (Val dan Gil, 1996)

2.2 Metode Reklamasi lahan

Menurut Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia (PERHAPI) 2004, dapat dipilih beberapa metode reklamasi sesuai dengan kondisi lapangan yaitu:

- Pertama dengan menimbun kembali lokasi pasca penambangan. Penimbunan atau pemadatan tanah dalam rangka reklamasi lahan dapat saja dilakukan bila berdasarkan kajian pemadatan tersebut memang diperlukan untuk menjamin stabilitas lereng. Namun perlu diketahui bahwa pemadatan tanah ini akan menghambat pertumbuhan akar, menghambat sirkulasi udara, meningkatkan laju aliran permukaan dan mengurangi laju infiltrasi. Kondisi ini sangat berbeda dengan kondisi pada tanah-tanah alami di lingkungan hutan yang memiliki tingkat kepadatan rendah atau gembur sehingga memberikan ruang agar tanaman dapat berakar lebih dalam dan berkembang tanpa rintangan

- Kedua adalah dilakukan menyebarkan top soil sebagai media penanaman kembali. Top soil yang ditebarkan sebaiknya adalah tanah-tanah yang masih segar, yang biasanya masih mengandung flora-fauna makro dan mikro serta benih-benih dan sisa-sisa berbagai akar tanaman yang kemudian akan tumbuh menjadi bibit-bibit yang baik.

- Ketiga adalah dengan melandaikan lereng pasca penambangan dan selanjutnya penyebaran top soil dilakukan di lereng dan dengan demikian penanaman tumbuhan dilakukan di lereng pasca penambangan. Hal inilah yang mendasari bahwa kemiringan lereng harus relative landai agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Metode lainnya adalah dengan menjadikan pasca lokasi penambangan sebagai kolam untuk budidaya ikan.

Metode penerapan reklamasi dengan penanaman kembali sangat bergantung pada ketersediaan top soil, sedangkan metode yang membentuk kolam tergantung pada kualitas air (asam atau tidak, ada tidaknya zat-zat berbahaya atau logam berat). Badri (2003), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa karakteristik tanah, vegetasi dan air kolong pasca penambangan berbeda menurut sebaran umur penambangan. Reklamasi lahan yang terkena buangan tambang dan yang

terkena *wash*, tidak saja sulit akan tetapi juga sangat mahal dan memakan waktu lama (Hadiprawiro, 2006).

2.3 Tahapan Reklamasi Lahan

Reklamasi lahan tambang terdiri dari recontouring/ regrading/resloping lubang bekas tambang dan pembuatan saluran-saluran drainase untuk memperoleh bentuk wilayah dengan kemiringan stabil, top soil spreading agar memenuhi syarat sebagai media pertumbuhan tanaman, untuk memperbaiki tanah sebagai media tanam, revegetasi dengan tanaman cepat tumbuh, tanaman asli lokal dan tanaman kehutanan introduksi. Perlu juga direncanakan pengembangan tanaman pangan, tanaman perkebunan dan atau tanaman hutan industri, jika perencanaan penggunaan lahan memungkinkan untuk itu. Menurut Dariah et al., (2010). Secara umum, garis besar tahapan reklamasi yaitu:

- 1) Konservasi top soil, Beberapa hal yang harus diperhatikan, adalah: (a) menghindari tercampurnya subsoil yang mengandung unsur atau senyawa beracun, seperti pirit, dengan top soil, dengan cara mengenali sifat-sifat lapisan tanah sebelum penggalian dilakukan, (b) menggali top soil sampai lapisan yang memenuhi persyaratan untuk tumbuh tanaman, (c) menempatkan galian top soil pada areal yang aman dari erosi dan penimbunan bahan galian lainnya, (d) menanam legum yang cepat tumbuh pada tumpukan top soil untuk mencegah erosi dan menjaga kesuburan tanah.
- 2) Penataan lahan, Penataan lahan dilakukan untuk memperbaiki kondisi bentang alam, antara lain dengan cara: (a) menutup lubang galian (kolong) dengan menggunakan limbah tailing (overburden). Lubang kolong yang sangat dalam dibiarkan terbuka, untuk penampung air; (b) membuat saluran drainase untuk mengendalikan kelebihan air, (c) menata lahan agar revegetasi lebih mudah dan erosi terkendali, diantaranya dilakukan dengan cara meratakan permukaan tanah, jika tanah sangat bergelombang penataan lahan dilakukan bersamaan dengan penerapan suatu teknik konservasi, misalnya dengan pembuatan teras, (d) menempatkan top soil agar dapat digunakan secara lebih efisien. Karena

umumnya jumlah top soil terbatas, maka top soil diletakkan pada areal atau jalur tanaman. Top soil dapat pula diletakkan pada lubang tanam.

- 3) Pengelolaan sedimen dan pengendalian erosi, Pengelolaan sedimen dilakukan dengan membuat bangunan penangkap sedimen, seperti rorak, dan di dekat outlet dibuat bangunan penangkap yang relatif besar.
- 4) Penanaman cover crop (tanaman penutup) merupakan usaha untuk memulihkan kualitas tanah dan mengendalikan erosi. Oleh karena itu keberhasilan penanaman penutup tanah sangat menentukan keberhasilan reklamasi lahan pasca penambangan. Karakteristik cover crop yang dibutuhkan, sebagai berikut: mudah ditanam, cepat tumbuh dan rapat, bersimbiosis dengan bakteri atau fungi yang menguntungkan (rhizobium, frankia, azospirilum, dan mikoriza), menghasilkan biomassa yang melimpah dan mudah terdekomposisi, tidak berkompetisi dengan tanaman pokok dan tidak memiliki.
- 5) Penanaman tanaman pionir, untuk mengurangi kerentanan terhadap serangan hama dan penyakit, serta untuk lebih banyak menarik binatang penyebar benih, khususnya burung, lebih baik jika digunakan lebih dari satu jenis tanaman pionir/multikultur. Beberapa jenis tanaman pionir adalah : sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum*), Sengon (*Paraserianthes falcataria*), johar (*Casia siamea*), Cemara (*Casuarina sp.*), dan Eukaliptus pelita. Dalam waktu dua tahun kerapatan tajuk yang dibentuk tanaman-tanaman tersebut mampu mencapai 50- 60% sehingga kondusif untuk melakukan restorasi jenis-jenis lokal, yang umumnya bersifat semitoleran. Tanaman pioner ditanam dengan sistem pot pada lubang berukuran lebar x panjang x dalam sekitar 60 x 60 x 60 cm, yang diisi dengan *topsoil* dan pupuk organik. Dibeberapa lokasi, tanaman pioneer ditanam langsung setelah penataan lahan, padahal tingkat keberhasilannya relatif rendah.
- 6) Penanggulangan Logam Berat, pada areal yang mengandung logam berat dengan kadar di atas ambang batas diperlukan perlakuan tertentu untuk mengurangi kadar logam berat tersebut. Vegetasi penutup tanah yang

digunakan untuk memantapkan timbunan buangan tambang dan membangun kandungan bahan organik, bermanfaat pula untuk mengurangi kandungan logam berat dengan menyerapnya ke dalam jaringan.

Apabila ditinjau dari aspek teknis, areal bekas tambang dapat digunakan untuk budidaya pertanian, jika telah dilakukan perbaikan kondisi lahan jika tetap dilakukan penanaman tanpa dilakukan perbaikan, berkemungkinan tanaman tidak dapat tumbuh dengan optimal. Dari aspek kualitas tanah, kendala utama rehabilitasi lahan adalah rendahnya kandungan unsur hara dan bahan organik, toksisitas unsur tertentu, kemampuan tanah menyerap hara dan air, pH tanah dan sifat fisik tanah yang buruk (Dariah et al., 2010)

2.4 Teknologi Biostimulasi

Biostimulasi merupakan suatu usaha untuk memperbanyak dan mempercepat pertumbuhan mikroba yang sudah ada didalam tanah yang sudah tercemar dengan cara memberikan lingkungan pertumbuhan yang diperlukan seperti penambahan nutrisi dan oksigen. Biostimulasi banyak digunakan pada daerah yang sudah tercemar dan rusak guna untuk memperbaiki kondisi tanah agar kembali stabil. Penggunaan teknik biostimulasi mampu menurunkan konsentrasi minyak, sehingga pertumbuhan mikroba alami pada tanah tercemar dapat mendegradasi tanah yang tercemar minyak bumi (Young, 2007).

Teknologi biostimulasi merupakan penggunaan nutrisi untuk memicu mikroba melakukan biodegradasi yang terjadi secara alami (Ardilah, 2015). Teknologi biostimulasi dinilai lebih efisien dibandingkan dengan teknik konvensional, karena pada teknologi biostimulasi tidak perlu dilakukan adanya penambahan top soil atau penambahan top soil. Teknologi biostimulasi dilakukan dengan penambahan biostimulan yang mengandung bahan-bahan alami yang merupakan hasil fermentasi bahan organik isolat dan bakteri tertentu untuk mendegradasi toxic yang aman bagi lingkungan.

Teknologi biostimulasi merupakan penggunaan nutrisi berupa bahan organik untuk membantu dalam proses perbaikan lahan. bahan organik biostimulasi sendiri di

produksi di PT. Indmira yang berlokasi di jl.sleman Yogyakarta. bahan organic biostimulasi ini sendiri terdiri dari tiga jenis nutrisi , yaitu:

- Nutrisi A untuk rehabilitas tanah

Nutrisi A merupakan nutrisi berbahan organik yang digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah yang rusak akibat adanya aktivitas penambangan batu bara, fungsi utama dari pemberian nutrisi A adalah untuk rehabilitas tanah ada untuk memberikan unsur hara ke dalam tanah serta untuk mempercepat proses pelapukan di dalam tanah sehingga tanah akan menjadi lebih gembur dari sebelumnya. Nutrisi A di jual dengan harga Rp. 70.000,-/kg

Nutrisi A mengandung beberapa mikroba yang berperan dalam pelapukan bahan organik seperti fungi *Trichoderma reesei*, bakteri *Cellulomonas*, fungi *Aspergillus niger* dll, bakteri penambat N seperti bakteri *Rhizobium*, pelarut posfat seperti bakteri *Pseudomonas striata*, bakteri *Thiobacillus sp.* dll, serta unsur hara makro (N, P, K, C, H, O, Ca, Mg, S) dan mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl) yang dibutuhkan oleh tanah.

- Nutrisi B untuk pembenah tanah

Nutrisi B merupakan nutrisi yang memiliki fungsi utama dalam menetralkan pH tanah selain itu nutrisi B ini juga memiliki fungsi sebagai wadah untuk nutrisi tanah dan tanaman serta dapat memperbaiki media tanam. Nutrisi B di jual seharga Rp. 56.000,-/5kg atau Rp. 11.250,-/kg.

Nutrisi B mengandung beberapa nutrisi serta unsure hara yang dibutuhkan dalam menetralkan pH tanah seperti MgO (*Magnesia Manufacture*), CaO (*Calcium Oxide*) dll.

- Nutrisi C untuk tanaman

Nutrisi C merupakan nutrisi dengan bahan organik untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman (dibuat dari unsur hara mikro dan makro, zat perangsang tumbuh dan asam organik) serta untuk memperbaiki struktur tanah (fisik, kimia dan biologi). Nutrisi C di jual dengan harga Rp.70.000,-/kg.

Teknik biostimulasi dilakukan dengan memperbaiki tekstur tanah lahan bekas tambang dengan cara pencacahan lahan terlebih dahulu sebelum pengaplikasian

stimulan atau nutrisi. Setelah pemberian stimulant atau nutrisi , lahan disiram hingga jenuh dan dibiarkan selama kurang lebih dua minggu, setelah itu baru dilakukan pemberia stimulant atau nutrisi B dan dua minggu setelahnya baru dilakukan pemberian stimulant atau nutrisi C. Penerapan metode Biostimulasi dilakukan dengan caradisebar merata pada lubang tanam dan disiram, kemudian didiamkan kurang lebih satu bulan untuk mengoptimalkan proses kerja biostimulasi. Setelah itu baru dilakukan revegetasi tanaman yang dilakukan dengan penanaman tanaman tahunan dan tanaman penutup tanah atau *cover crop*. Pengaplikasian teknologi biostimulsi dinilai sangat efektif karena dalam kurun kurang lebih dua sampai tiga bulan lahan pasca tambang sudah dapat ditanam kembali, bahkan dalam waktu satu tahun lahan yang sudah direvegetasi siap untuk dilepas tanpa proses perawatan dan pemantauan yang intens. Teknologi biostimulasi dapat memberikan keuntungan yang besar dalam penerapan pelaksanaannya, bukan saja dari segi penanaman reklamasi, dalam segi hal biaya penerapan teknologi biostimulasi juga memberikan keuntungan yang lumayan besar juga bagi suatu perusahaan yang menerapkan teknologi biostimulasi.

2.5 Tanaman Utama

A. Tanaman sengon

Falctaria moluccana atau yang lebih dikenal dengan nama daerah sengon memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan kayu keras lainnya. kayu sengon bersifat ringan dan bewarna putih, agak kasar dan agak padat (Suhartati, 2008).



Gambar 1. Tanaman Sengon (Suhartati, 2008)

Penanaman sengon sebaiknya dilakukan pada musim hujan yaitu pada bulan novermebr – desember karena bibit ini cukup peka terhadap kekeringan, bisa saja

dilakukan penanaman diluar musim hujan akan tetapi harus dilakukan penyiraman yang cukup intensif yaitu pada pagi dan sore hari. Penanaman sengon dilakukan dengan cara tanah pada lubang tanam digali sesuai dengan ukuran bibit sengon yang akan ditanam, lalu masukan bibit sengon yang akan ditanam dan setelah itu bekas galian tadi di tutup atau di timbun dan dipadatkan, setelah itu tanaman sengon perlu dilakukan penyiraman yang cukup intensif di masa awal penanaman agar mendapatkan air yang cukup.

Sengon merupakan tanaman kayu yang termasuk famili leguminose (kacang-kacangan). Anggota famili ini dikenal dengan kemampuannya hidup dilahan minus, karena mampu bersimbiosis dengan bakteri pengikat nitrogen sehingga tidak terlalu membutuhkan nitrogen dari tanah, karena itulah sengon dapat tumbuh baik pada tanah byang kurang subur (Warisni, 2009).

Syarat tumbuh tanaman sengon (*paraserianthes falctaria* L. Nelson) dapat tumbuh dengan baik menurut santoso (1992) adalah:

a. Tanah

Pada dasarnya tanaman sengon dapat tumbuh pada sembarang tanah, baik tanah tegalan atau perakaran maupun pada tanah-tanah hutan yang baru dibuka, bahkan pada tanah tanduspun sengon dapat tumbuh. Dari pengamatan dilapangan, tanaman sengon dapat tumbuh baik pada tanah regosol, aluvial dan latosol. Tanah tersebut bertekstur lempung berpasir atau lempung berdebu dan kemasaman tanah berkisar pada pH 6-7.

Jika sengon ditanam pada tanah yang terlalu basah, akan menyebabkan garam Mangan (Mn) tidak dapat diserap tanaman, sehingga daun sengon akan kurus kecil. Akan tetapi jika pH tanah terlalu masam, tanaman sengon dapat menjadi kerdil. Kekerdilan ini disebabkan garam Aluminium (Al) yang larut didalamnya.

b. Iklim

Iklim juga sangat mempengaruhi dalam pertumbuhan tanaman sengon. Tanaman sengon lebih menyukai sinar matahari yang jatuh langsung, sehingga penanaman sengon sebaiknya dilakukan pada lahan/tempat

terbuka. Sengon termasuk tanaman tropis, sehingga memerlukan suhu sekitar 18-27°C. Tanaman sengon membutuhkan batas curah hujan minimum yang sesuai yakni 15 hari hujan dalam 4 bulan terkering namun juga tidak terlalu basah.

Kelembaban juga mempengaruhi setiap tanaman. Reaksi setiap tanaman terhadap kelembaban juga tergantung dari jenis tanaman itu sendiri. Tanaman sengon sendiri membutuhkan kelembaban sekitar 50%-70%.

B. Tanaman Karet.

Tanaman karet (*Hevea Brasiliensis*) merupakan tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Dari getah tanaman karet (lateks) tersebut bisa diolah menjadi lembaran karet (*sheet*), bongkahan (*kotak*), atau karet remah (*crumb rubber*) yang merupakan bahan baku industri karet. Kayu tanaman karet, bila kebun karetnya hendak diremajakan, juga dapat digunakan untuk bahan bangunan, misalnya untuk membuat rumah, furniture dan lain-lain (Purwanta, 2008).



Gambar 2. Tanaman Karet (Purwanta, 2008).

Tanaman karet termasuk dalam famili Euphorbiacea, disebut dengan nama lain rambung, getah, gota, kejai ataupun havea.

Tanaman karet juga memiliki syarat tumbuh yang diperlukan agar dapat tumbuh dengan baik. Berikut syarat tumbuh tanaman karet:

a. Tanah

Lahan untuk pertumbuhan tanaman karet pada umumnya lebih memperhatikan sifat fisik dibandingkan dengan sifat kimianya. Berbagai jenis tanah dapat kita sesuaikan dengan syarat tumbuh tanaman karet, baik

tanah vulkanis muda dan tua maupun pada tanah gambut < 2 m. Tanah vulkanis mempunyai sifat fisika yang cukup baik, terutama struktur, tekstur, solum, kedalaman air tanah, aerasi dan drainasenya. Namun, secara umum sifat kimianya kurang baik karena kandungan haranya rendah. Tanah alluvial biasanya cukup subur, tetapi sifat fisiknya, terutama drainase dan aerasinya kurang baik. Reaksi tanah berkisar antara pH 3,0 – pH 8,0 tetapi tidak sesuai pada pH < 3,0 dan > pH 8,0 (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

b. Iklim

Daerah yang cocok adalah pada zone antara 15⁰ LS dan 15⁰ LU, dengan suhu harian 25 – 30°C. Tanaman karet memerlukan curah hujan optimal antara 2.000-2.500 mm/tahun dengan hari hujan berkisar 100 s/d 150 HH/tahun. Lebih baik lagi jika curah hujan merata sepanjang tahun. Sebagai tanaman tropis, karet membutuhkan sinar matahari sepanjang hari, minimum 5- 7 jam/hari (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Suhu harian yang diinginkan tanaman karet rata-rata 15-30⁰ C. Apabila dalam jangka waktu panjang suhu harian rata-rata kurang dari 20⁰ C, maka tanaman karet tidak cocok ditanam di daerah tersebut. Intensitas sinar matahari adalah hal amat dibutuhkan tanaman karet. Bila terjadi penyimpangan terhadap faktor ini, maka mengakibatkan turunnya produktivitas (PTPN VII, 1993). Kecepatan angin yang terlalu kencang pada umumnya kurang baik untuk penanaman karet (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

C. Tanaman Trembesi

Tanaman trembesi (*Samanea saman* (Jack.) Merr) merupakan tanaman cepat tumbuh yang berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan sebelah utara. Tanaman trembesi di Indonesia dikenal dengan beberapa nama daerah seperti, di Sulawesi Selatan disebut kayu colok, di Jawa Barat disebut ki hujan, di Jawa Tengah disebut munggur (Hanafi, 2011). Tanaman trembesi mudah dikenali dari kanopinya yang indah dan luas, sehingga tanaman ini sering digunakan sebagai

tanaman peneduh sekaligus mampu sebagai penyerap polutan dan karbon (Nuroniah dan Kosasih, 2010).



Gambar 3. Tanaman Trembesi (Nuroniah dan Kosasih, 2010).

Tanaman trembesi dapat mencapai ketinggian rata-rata 20-25 m. Bentuk batangnya tidak beraturan, dengan daun majemuk yang panjangnya sekitar 7-15 cm, sedangkan pada pohon trembesi yang sudah tua berwarna kecoklatan, permukaan kulit kasar, dan terkelupas. Bunga tanaman ini berwarna putih dengan bercak merah muda pada bagian bulu atasnya, panjang bunga mencapai 10 cm dari pangkal bunga hingga ujung bulu bunga. Bunga trembesi menghasilkan nektar untuk menarik serangga guna berlangsungnya proses penyerbukan. Buah trembesi berwarna coklat kehitaman ketika buah sudah masak, dengan biji tertanam dalam daging buah (Dahlan, 2010). Menurut Staples dan Elevitch (2006), trembesi berkembangbiak dengan menghasilkan biji yang berlimpah. Perkembangbiakan dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu biji, stek batang (menggunakan tunas vertikal), stek akar, dan stump. Jika dibutuhkan dalam skala besar biji dikoleksi untuk disemaikan di persemaian atau dengan cara menanam langsung di lapangan.

Trembesi tersebar luas di daerah yang memiliki curah hujan rata-rata 600--3000 mm/tahun pada ketinggian 0-300 mdpl. Trembesi dapat bertahan pada daerah yang memiliki bulan kering 2-4 bulan, dan kisaran suhu 20°C--38°C. Pertumbuhan pohon trembesi optimum pada kondisi hujan terdistribusi merata sepanjang tahun. Trembesi dapat beradaptasi dalam kisaran tipe tanah dan pH yang tinggi. Tumbuh di berbagai jenis tanah dengan pH tanah 6,0--7,4 meskipun disebutkan toleran hingga pH 8,5 dan minimal pH 4,7. Jenis ini memerlukan drainasi yang baik

namun masih toleran terhadap tanah tergenang air dalam waktu pendek (Nuroniah dan Kosasih, 2010).

2.6 Legume Cover Crop (LCC)

A. *Mucuna bracteata*(MB)

Mucuna bracteata adalah jenis kacang penutup tanah yang berasal dari dataran tinggi Kelara India Selatan. Jenis kacang ini sudah pernah dipelajari dan telah disusun klasifikasinya menurut *Germplasm Resources Information -Network Amerika* dalam Harahap dkk, (2011). Nama latin dari kacang ini adalah *Mucuna bracteata* dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Division	: Spermatophyta
Sub division	: Angiospermae
Class	: Dicotyledoneae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Sub famili	: Faboideae
Genus	: <i>Mucuna</i>
Species	: <i>Mucuna bracteata</i>



Gambar 4. *Mucuna Bracteata* (Harahap dkk,2011)

Selain *Mucuna bracteata*, jenis kacang ini juga memiliki spesies lain dalam genus yang sama seperti *mucuna cochinchinensis* yang sudah di kenal sebelumnya sebagai kacang penutup tanah, *mucuna pruriens*, *mucuna macrocarpa*, *mucuna*

hubery, *mucuna killipian*, *mucuna gigantean*, dan lain sebagainya yang sampai saat ini masih belum di eksplorasi. (Harahap dkk,2011)

Syarat tumbuh dari tanaman *Mucuna Bracteata* agar dapat tumbuh dengan baik dan optimal menurut (Harahap dkk,2011):

a. Ketinggian Tempat

Secara umum *Mucuna bracteata* dapat tumbuh dengan subur di semua tingkat ketinggian, baik dataran rendah maupun dataran tinggi. Namun untuk dapat memasuki fase generatif yang sempurna *Mucuna bracteata* membutuhkan daerah dengan ketinggian >1.000 meter dpl. Dengan demikian ketinggian tempat merupakan kunci utama untuk sampai mendapatkan biji *Mucuna bracteata*, karena jika di tanam di dataran rendah <1.000 meter dpl tanaman akan tumbuh dengan jagur namun tidak dapat menghasilkan bunga. Ketinggian juga sangat mempengaruhi dalam proses pertumbuhan tanaman ini sekain itu tempat juga mempengaruhi unsur-unsur iklim lain seperti temperatur, curah hujan, dan kelembaban.

b. Temperatur

Keadaan temperatur harian suatu daerah sangat menentukan jenis tanaman yang dapat tumbuh di atasnya. Ada tanaman yang menghendaki temperatur tinggi namun tidak sedikit juga tanaman menghendaki suhu rendah untuk pertumbuhannya *Mucuna bracteata* merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat tumbuh di daerah temperatur tinggi maupun rendah, namun untuk berbunga *Mucuna bracteata* menghendaki temperatur harian minimum 12°C dan maksimum 23°C. Jika suhu minimum di atas 18°C maka dapat mencegah atau memperlambat proses pembungaan, hal inilah yang menyebabkan kacang *Mucuna bracteata* yang di tanam di dataran rendah tidak pernah menghasilkan bunga.

c. Curah Hujan

Air merupakan suatu unsur yang menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman mulai dari perkecambahan sampai tanaman berproduksi. Namun agar proses pembentukan polong tidak terganggu

sebaiknya *Mucuna bracteata* ditanam di lokasi yang cukup hujan 1000-2500 m/m/tahun, dan 3-10 hari hujan/bulan.

d. Kelembapan

Mucuna bracteata menghendaki areal yang tinggi dari permukaan laut untuk dapat memasuki fase generatif, dan umumnya semakin tinggi suatu tempat maka kelembapan udaranya juga semakin tinggi yang disebabkan oleh tingginya curah hujan terutama untuk daerah tropis seperti dataran tinggi Sumatera Utara, walaupun begitu *Mucuna bracteata* tidak menyukai kelembapan udara yang terlalu tinggi. Jika kelembapan udara terlalu tinggi, maka bunga-bunga yang telah terbentuk akan busuk, layu dan kering. Kelembapan udara yang dikehendaki oleh kacang ini ialah <80%.

e. Lama Penyinaran Matahari

Kacangan penutup tanah ini termasuk ke dalam tanaman berhari pendek dan hanya membutuhkan 6-7 jam penyinaran matahari penuh untuk setiap harinya. Jika ditanam di daerah panas dengan penyinaran matahari panjang maka *Mucuna bracteata* akan merundukan daun dan batangnya untuk mengurangi penguapan yang umumnya terjadi tepat di siang hari. Walaupun begitu dari pengamatan yang dilakukan di tiga lokasi penelitian PPKS dapat disimpulkan bahwa kacang *Mucuna bracteata* dapat beradaptasi dengan baik untuk daerah tropis seperti Indonesia (Harahap dkk,2011):

f. Tanah

Pada umumnya *Mucuna bracteata* dapat tumbuh baik pada semua tekstur tanah, yaitu tanah liat, liat berpasir, lempung berpasir atau tanah pasir. Tanaman ini juga dapat tumbuh pada kisaran pH yang cukup luas yaitu antara 4,5-6,5. Pertumbuhan *Mucuna bracteata* akan lebih baik, jika ditanam di tanah yang kaya bahan organik, gembur, dapat menyimpan air, dan tidak tergenang air. Pertumbuhan vegetatif akan sedikit jika *Mucuna bracteata* ditanam di areal yang tergenang air (Harahap, dkk. 2008).

3. METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada September 2019 sampai dengan bulan November 2019 di PT. Manggala Usaha Manunggal Jobsite Banjarsari Pribumi secara administrasi berlokasi di Desa Banjarsari Pribumi, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Secara geografis lokasi penambangan PT. Manggala Usaha Manunggal jobsite PT. Banjarsari Pribumi terletak antara 103 42' 39,4" BT sampai 103 43' 4" BT dan 3 40' 2" LS sampai 3 40' 2" LS dengan dibatasi koordinat IUP seluas 519,84 ha. Pemilihan Di PT. Banjarsari Pribumi (BP) sebagai lokasi penelitian dikarenakan perusahaan ini merupakan salah satu industri pertambangan batu bara.

3.2 Alat dan bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi: alat persiapan lahan, alat pemberian nutrisi biostumulasi, alat penanaman serta alat analisis pertumbuhan tanaman. Pada persiapan lahan, alat yang digunakan adalah, exavator, water tank, kain pembatas, tonggak, meteran dan cangkul. Pada saat pemberian nutrisi alat yang digunakan adalah timbangan. Sedangkan alat yang digunakan pada saat penanaman dan analisis pertumbuhan tanaman adalah, sekop, gunting dan meteran kain/pengaris

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada saat Persiapan lahan adalah air dan alat tulis. Pada saat pemberian nutrisi biostimulasi bahan yang digunakan adalah nutrisi A, nutrisi B dan nutrisi C. Sedangkan bahan yang digunakan pada saat penanaman dan analisis pertumbuhan meliputi, tanaman utama, yaitu tanaman karet, tanaman trembesi, dan tanaman sengon serta kertas label/kertas nama.

3.3 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Menurut Kasiram (2008) penelitian kuantitatif dapat didefinisikan sebagai suatu proses menemukan pengetahuan dengan menggunakan data berupa angka sebagai alat untuk menganalisis keterangan tentang apa yang ingin di ketehui. Pada metode kuantitatif, jenis metode yang digunakan adalah metode survey. Menurut Sugiyono (2012) penelitian survey adalah “penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data yang pokok”. Metode survey pada penelitian terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

a. Pra survey

Kegiatan pra survey pada penelitian dilakukan untuk menentukan apa saja yang akan dilakukan sebelum memasuki kegiatan survey dalam suatu penelitian. Pada pra survey kegiatan yang dilakukan meliputi, penentuan lokasi penelitian, menentukan tujuan dari penelitian, mengestimasi biaya penelitian, mengurus surat perijinan, mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian, penyiapan alat dan bahan penelitian.

b. Survey

Kegiatan survey lapangan dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui kondisi serta aspek-aspek penting dalam mengevaluasi penerapan metode biostimulasi dalam upaya kegiatan reklamasi lahan bekas pertambangan batu bara di PT. Banjarsari Pribumi, kab. Lahat, Palembang, Sumatera Selatan. Pada kegiatan survey dilakukan beberapa proses kegiatan reklamasi serta pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian, baik berupa data primer maupun data sekunder.

c. Analisis data

Analisis data merupakan suatu cara untuk mengolah data menjadi suatu informasi sehingga karakteristik data tersebut bisa dipahami. Analisis data yang dilakukan dalam penelitian menggunakan analisis statistik dan deskriptif untuk mengetahui data pertumbuhan tanaman, biaya reklamasi serta analisis unsur hara dalam tanah. Metode pengambilan sampel

dilakukan dengan teknik sistematis sampling, kemudian dilakukan analisis laboratorium dan analisis data. Pada analisis data pertumbuhan tanaman data yang dilakukan adalah tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang pada tanaman reklamasi.

3.4 Variabel Penelitian

Menurut Marzuki (1999), Variabel adalah hal-hal yang menjadi objek penelitian yang nilainya belum spesifik (bervariasi). Pada penelitian survey, penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses untuk kemudian diamati dan diukur dampaknya (yang akan datang). Penelitian ini berdasarkan perbandingan metode biostimulasi dan konvensional terhadap reklamasi lahan bekas pertambangan batu bara.

variabel yang dapat ditentukan dalam penelitian ini adalah :

a. Variabel bebas, yaitu:

Metode Biostimulasi

b. Variabel terikat, yaitu:

Lahan bekas tambang

Table 1. Konsep Variabel Bebas dan Terikat Proses Reklamasi

Variable	Konsep Variabel	Dimensi	Indicator
Metode Bioatimulasi (variabel bebas)	Teknologi biostimulasi merupakan penggunaan nutrisi untuk memicu mikroba melakukan biodegradasi yang terjadi secara alami	1. Penerapan metode biostimulasi	a. Persiapan lahan reklamasi b. Pemberian nutrisi A, B dan C c. Penanaman tanaman utama dan pengamatan data analisis data
	Sumber :Ardilah(2015).		
Reklamasi	Reklamasi lahan	1. Kegiatan	a. Proses

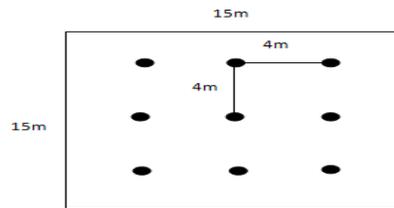
lahan tambang (Variable terikat)	adalah suatu upaya pemanfaatan, perbaikan dan peningkatan kesuburan lahan yang rusak secara alami maupun pengaruh manusia melalui penerapan teknologi maupun pemberdayaan masyarakat.	reklamasi lahan tambang	kegiatan reklamasi b. Proses penerapan metode reklamasi c. Proses hasil kegiatan reklamasi
	Sumber : Suhartanto (2007)		

3.5 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang dilakukan di PT. Banjarsari Pribumi, kab. Lahat, Palembang, Sumatera selatan adalah metode teknologi biostimulasi yaitu pemberian nutrisi kedalam tanah untuk memperbaiki kondisi tanah serta untuk mengembalikan unsur hara yang hilang akibat adanya aktivitas penambangan batu bara. Pada metode ini, uji coba reklamasi dilakukan pada lahan yang tidak memiliki *top soil* atau tanah pucuk sehingga miskin atau minim akan unsur hara. Metode ini dilakukan untuk mengetahui produktivitas tumbuh tinggi tanaman serta pengembalian unsur hara pada lahan tanpa *top soil* atau tanah pucuk. Berikut adalah tahapan teknologi biostimulasi:

3.5.1 Persiapan lahan

Langkah awal yang dilakukan pada metode biostimulasi ini adalah persiapan lahan. Lahan yang di jadikan untuk area ujicoba reklamasi memiliki luas 15m x 15m, sehingga di dapatkan 9 titik tanaman dengan jarak masing-masing titik tanam adalah 4m.



Gambar 5. Area Uji Coba Reklamasi

Pada persiapan lahan ini juga dilakukan pengolahan lahan berupa penggemburan dan penyiraman lahan yang intensif. Lahan yang digunakan sebagai penelitian adalah tanah OB (*Overburden*) yang merupakan lapisan tanah penutup (lapisan yang menutupi bahan galian tambang). Tanah OB (*Overburden*) merupakan tanah hasil galian dari penambangan batu bara. Pemanfaatan tanah OB (*Overburden*) yang berpotensi asam sebagai pengganti *topsoil* yang akan dijadikan untuk lahan reklamasi, karena dengan pertimbangan tanah OB (*Overburden*) mempunyai karakteristik struktur dan tekstur yang hampir sama dengan *soil*. Penentuan lokasi penelitian pada tanah OB (*Overburden*) dikarenakan lahan ini merupakan lahan yang sudah tidak beroperasi lagi kurang lebih 2 bulan dan juga memiliki lokasi yang tidak terlalu jauh dari kantor sehingga akan memudahkan dalam hal pemantauan area reklamasi, selain itu lokasi penelitian ini juga memiliki akses yang dekat dengan sumber air yang nanti akan memudahkan dalam aktivitas penyiraman lahan penelitian reklamasi.

Penggemburan tanah atau pembalikan tanah dilakukan pada awal perlakuan, dalam metode ini, penggemburan dilakukan dengan menggunakan alat berat exavator. Penggemburan ini bertujuan untuk menjadikan tanah menjadi lebih gembur serta untuk membuka pori-pori tanah sehingga dalam pemberian pupuk atau nutrisi nantinya dapat terserap dengan baik ke dalam tanah.

Penyiraman lahan yang intensif dilakukan guna untuk membasahi lahan yang kering pada musim kemarau agar tetap basah dan lembab. Penyiraman dilakukan satu kali sehari yaitu pada saat matahari belum terlalu panas sekitar jam 07.00-09.30, hal ini bertujuan agar penyiraman dapat terserap dengan baik. Penyiraman dilakukan tiap hari sebelum masa penanaman tanaman reklamasi. Penyiraman

dilakukan hingga tanah tersebut jenuh dengan air untuk menjaga tanah tersebut tetap basah hingga pada penyiraman pada hari berikutnya.

3.5.2 Pemberian Nutrisi A

Perlakukan berikutnya adalah pemberian nutrisi A. Pemberian nutrisi A dilakukan seminggu setelah persiapan atau pengolahan lahan untuk mengoptimalkan dalam pemberian nutrisi Anantinya. Pemberian nutrisi A dilakukan dengan cara disebar merata pada setiap lubang tanam yang akan ditanami nantinya. Pemberian nutrisi A yang mana merupakan nutrisi yang mengandung beberapa mikroba yang berperan dalam pelapukan bahan organics bakteri penambat N, pelarut posfat, serta unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanah yang mana nantinya akan berfungsi sebagai memperbaiki kerusakan tanah serta menjadikan tanah menjadi lebih gembur sehingga akan mempermudah dalam melakukan proses reklamasi nantinya. Pemberian nutrisi A membutuhkan waktu seminggu untuk pengoptimalisasian Dalam pemberian nutrisi dan setelah seminggu baru dilakukan pengukuran pH tanah untuk mengetahui apakah nutrisi A bekerja dengan baik atau tidak. Pengaplikasian nutrisi A diberikan sebanyak 40g per titik tanam, pengaplikasian takaran nutrisi A dilakukan dengan menggunakan timbangan digital atau 25kg/ha sesuai dengan takaran yang di ajurkan dari perusahaan pembuat nutrisi atau PT.Indmira, setelah itu nutrisi yang sudah disebar merata pada setiap lubang tanam tadi langsung di lakukan penyiraman dengan air untuk pelarutan. Penyiraman dilakukan sama halnya dengan penyiraman pada saat pengolahan lahan yaitu penyiraman dilakukan hingga tanah tersebut jenuh air, tetapi penyiraman pada lubang tanam lebih diutamakan guna untuk optimalisasi dalam pelarutan nutrisi.

3.5.3 Pemberian Nutrisi B

Perlakukan selanjutnya adalah pemberian nutrisi B. Pengaplikasian nutrisi B dilakukan seminggu setelah pemberian nutrisi A. pemberian nutrisi B mengandung beberapa mineral, nutrisi, vitamin serta unsure hara yang dibutuhkan oleh tanah yang memiliki fungsi utama dalam menetralkan pH tanah membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 2 minggu dan baru dilakukan

pengukuran pH tanah untuk memastikan apakah nutrisi B ini dapat bekerja dengan baik dalam menetralkan pH tanah atau tidak. Pengaplikasian nutrisi B juga sama halnya dengan pengaplikasian nutrisi A, yaitu disebar merata pada area sekitar titik tanam/lubang tanam, tetapi jumlah takaran nutrisi yang diberikan berbeda dengan nutrisi A. Pengaplikasian nutrisi B diberikan sebanyak 200g per titik tanam pengaplikasian takaran nutrisi dilakukan dengan menggunakan timbangan digital atau 125kg/ha, sesuai dengan takaran yang di ajurkan dari perusahaan pembuat nutrisi atau PT.Indmira.

Penyiraman juga dilakukan sama halnya dengan penyiraman pada saat pemberian nutrisi A yaitu penyiraman dilakukan hingga tanah tersebut jenuh air, tetapi penyiraman pada lubang tanam lebih diutamakan guna untuk optimalisasi dalam pelarutan nutrisi, tetapi lama pengaplikasian nutrisi B membutuhkan waktu 2 minggu dalam pengaplikasiannya, hal ini bertujuan untuk meningkatkan pH tanah agar menjadi netral kembali supaya pada minggu selanjutnya dapat dilakukan penanaman tanaman reklamasi.

3.5.4 Penanaman Tanaman Reklamasi dan Pemberian Nutrisi C

Perlakuan selanjutnya adalah penanaman tanaman reklamasi. Penanaman tanaman reklamasi dilakukan pada saat pH tanah sudah menjadi netral yaitu berkisar antara 6.5-7.0. penanaman tanaman reklamasi dilakukan dengan penanaman *cover crop* terlebih dahulu setelah itu baru dilakukan penanaman tanaman utama seperti tanaman sengon, tanaman karet, tanaman trembesi. Penanaman tanaman utama ini dilakukan dengan cara membuat lubang tanam terlebih dahulu sedalam 40cm/lubang tanam dengan menggunakan cangkul, kemudian baru dilakukan penanaman tanaman pionir atau utama dengan cara menanam tanaman utama kedalam lubang tanaman tanpa menggunakan polibag dan tanah yang masih melekat pada akar bibit tanaman utama atau yang masih menempel pada akar juga ikut dimasukkan kedalam lubang tanam, hal ini bertujuan supaya bibit yang ditanam dapat dengan mudah melakukan penyesuaian pada media tanam yang baru. Pada penanaman tanaman reklamasi bekas tambang bibit yang digunakan sudah berumur ± 4 bulan. Tanaman utama yang ditanam di area

pertambahan ini adalah tanaman sengon dan tanaman pendampingnya dalam tanaman karet dan trembesi.

Setelah dilakukan penanaman di waktu yang sama juga dilakukan penyiraman tanaman dengan pemberian nutrisi C. Pemberian nutrisi C yang merupakan nutrisi dengan bahan organik untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman (dibuat dari unsur hara mikro dan makro, zat perangsang tumbuh dan asam organik) serta untuk memperbaiki struktur tanah (fisik, kimia dan biologi), nantinya akan membantu dalam proses pertumbuhan tanaman sesuai dengan unsure hara yang terkandung di dalamnya. Pengaplikasian nutrisi C ini diberikan sebanyak 20g per titik tanam, pengaplikasian takaran nutrisi dilakukan dengan menggunakan timbangan digital atau 12.5kg/ha, sesuai dengan takaran yang di ajurkan dari perusahaan pembuat nutrisi atau PT.Indmira. Pengaplikasian nutrisi C ini dilakukan dengan cara mencampurkan nutrisi dengan air dan diaduk secara merata dan disiramkan pada area sekitar tanaman.

3.5.5 Pengamatan Tanaman

Pengamatan tanaman dilakukan setelah enam hari pemberian nutrisi C untuk tanaman, hal ini bertujuan untuk melihat proses perkembangan tanaman apakah hidup atau tidak. Pengamatan tanaman dilakukan pada pagi hari sebelum dilakukan penyiraman tanaman yaitu sekitar pukul 08.00 pagi. Pengukuran dilakukan pada semua tanaman yang ditanam tanpa terkecuali.

Parameter pengamatan tanaman yang diambil untuk dijadikan data ada tiga yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang. Untuk tinggi tanaman, pengukuran dilakukan dengan dua alat yaitu menggunakan penggaris dan meter jalan, hal ini dilakukan supaya tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data tinggi tanaman. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai ujung batang termuda, sedangkan untuk jumlah daun, daun yang di hitung hanya pada bagian atas saja atau daun yang terletak pada ujung tanaman, tidak semua jumlah daun dilakukan perhitungan hanya pada satu cabang saja dilakukan perhitungan jumlah daun dan untuk parameter pengamatan

jumlah cabang dilakukan perhitungan semua jumlah cabang yang terdapat pada tanaman.

Pengamatan parameter tanaman akan dilakukan setiap satu kali seminggu untuk mengetahui bagaimana perkembangan tanaman. Jika ada tanaman uji coba yang tidak dapat tumbuh atau tidak hidup baik secara alami maupun akibat kesalahan atau ketidaksengajaan maka tidak akan dilakukan lagi pengamatan parameter terhadap tanaman tersebut hanya tanaman yang hidup saja yang akan dilakukan perhitungan parameter tanaman. Untuk penyiraman tanaman dilakukan rutin setiap hari, tetapi jika hari hujan maka tidak akan dilakukan penyiraman. Penyiraman ini dilakukan agar tanaman tersebut mendapatkan air dengan cukup agar tanaman tersebut tidak mati.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Penerapan metode teknologi biostimulasi dalam upaya reklamasi lahan bekas tambang batubara pada lahan seluas 15m x 15m dan mendapatkan 9 titik tanam akan dilakukan pengambilan data dimana salah satu teknik pengumpulan data yang digunakan dalam memperoleh data adalah melalui pengamatan langsung yang dilakukan di area reklamasi.

Dalam proses pengumpulan data berupa pengamatan langsung pada area reklamasi maka didapatkan hasil sebagai berikut:

4.1.1 Analisis pH Tanah

Pengukur pH tanah dilakukan selama proses pengolahan tanah atau pada saat sebelum dilakukan penanaman, hasil yang didapatkan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Pengukuran pH Tanah

No	Perlakuan	Waktu (minggu)	Nilai pH
1	Pengolahan Lahan	1	5.5
2	Pemberian nutrisi A	2	6.0
3	Pemberian nutrisi B	3	6.5
4	Pemberian nutrisi B	4	7.0

Dari data diatas dapat diketahui bahwa pada saat pengolahan lahan yaitu pada saat minggu pertama nilai pH menunjukkan 5.5 dan terus meningkat tiap minggunya sebanyak 0.5, mulai dari pemberian nutrisi A pada minggu ke dua hingga nutrisi B pada minggu ke empat pH tanah naik menjadi 7.0. Pada saat pemberian nutrisi B waktu yang diperlukan untuk memaksimalkan pemberian nutrisi memang membutuhkan waktu selama dua minggu, hal ini dikarenakan fungsi utama dari nutrisi B adalah untuk menetralkan tanah yang asam maupun tanah yang basa.

4.1.2 Parameter Pengamatan Tanaman

Parameter pengamatan tanaman yang dilakukan pada tanaman reklamasi berupa pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada semua jenis tanaman begitu juga untuk jumlah daun dan

jumlah cabang juga dilakukan pengambilan data pada semua jenis tanaman. Data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Parameter Pengamatan Tanaman Reklamasi

No	Jenis Tanaman	Parameter Pengamatan											
		Tinggi Tanaman (cm)/Minggu				Jumlah Daun (helai)/Minggu				Jumlah Cabang/Minggu			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A. Biostimulasi													
1	Sengon	47	49	53	56	15	15	17	19	3	3	5	7
2	Karet	65	66	67	68	3	3	3	3	5	5	5	5
3	Trembesi	56	57	60	64	31	31	31	33	10	10	10	12
B. Konvensional													
1	Sengon	50	50	50	52	17	17	17	17	2	2	2	3
2	Karet	63	63	63	63	3	3	3	3	4	4	4	4
3	Trembesi	60	60	60	61	35	35	35	35	12	12	12	12

Sumber: PT. Banjarsari Pribumi

Parameter pengamatan yang dilakukan terhadap tanaman reklamasi ada tiga yaitu, tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang. Pengamatan parameter tanaman reklamasi dilakukan selama empat minggu atau kurang lebih satu bulan.

Dari data diatas dapat diketahui bahwa penerapan metode biostimulasi lebih menunjukkan hasil yang lebih baik yang mana mengalami peningkatan pertumbuhan lebih signifikan dibandingkan dengan penerapan metode konvensional yang hanya mengalami peningkatan pada minggu ke empat saja. untuk tanaman sengon mengalami peningkatan tinggi tanaman tiap minggu nya dari 47cm sampai 56cm. Peningkatan tinggi tanaman yang signifikan terjadi pada minggu ke tiga yaitu naik setinggi 4cm dari minggu sebelumnya yang memiliki tinggi 49cm naik menjadi 53cm. Untuk jumlah daun, terjadi penambahan jumlah daun pada minggu ke tiga dan ke empat yang memiliki jumlah daun 15 helai pada minggu sebelumnya bertambah menjadi 17 helai pada minggu ke tiga dan 19 helai pada minggu kedua, sedangkan untuk jumlah cabang juga sama halnya dengan perubahan yang terjadi pada jumlah daun yaitu jumlah cabang pada tanaman sengon bertambah pada minggu ke tiga dan ke empat yang mana pada minggu sebelumnya memiliki 3 cabang naik menjadi 5 cabang pada minggu ke tiga dan 7 cabang pada minggu ke 4.

Tanaman karet mengalami kenaikan tinggi tanaman naik 1cm tiap minggu nya, sedangkan untuk jumlah daun tidak mengalami penambahan sama sekali selama satu bulan. Jumlah daun pada tanaman karet yaitu sebanyak 3 helai pada tiap cabang, sedangkan untuk jumlah cabang juga tidak mengalami penambahan jumlah cabang yaitu sebanyak 5 cabang. Hal ini dikarenakan tanaman karet memang tidak cocok di tanaman di area pertambangan di karenakan jenis tanahnya yang berbeda, jika dilakukan penanaman di area tersebut akan mengalami kegagalan seperti layu atau daun menguning, kerdil atau bahkan mati atau tidak dapat hidup dan lain sebagainya.

Pada tanaman trembesi penambahan tinggi tanaman terjadi tiap minggunya, tetapi pada minggu ke tiga dan ke empat terjadi penambahan tinggi yang signifikan yaitu sebesar 60cm dan 64cm yang pada minggu sebelumnya memiliki tinggi 66cm dan 67cm. Untuk jumlah daun terjadi penambahan jumlah daun pada minggu ke empat yaitu 33 helai dari minggu selumnya yang hanya memiliki jumlah daun sebanyak 31 helai, sedangkan untuk jumlah cabang terjadi penambahan jumlah cabang pada minggu ke empat yaitu memiliki 12 cabang, yang mana pada minggu sebelumnya memiliki 10 cabang.

4.1.3 Analisis unsur hara tanah

Untuk mengetahui kandungan unsur hara yan ada di dalam tanah, dilakukan uji lab perbandingan sebelum dan sesudah pemberian biostimulan atau nutrisi, berikut hasil yang di dapatkan:

Tabel 4. Hasil Analisis Unsure Hara Tanah

Parameter	Hasil Uji Lab Pemberian Biostimulan		Criteria
	Sebelum	Sesudah	
C – organic (%)	0.70	0.77	SR
Nitrogen (N) (%)	0.05	0.08	SR
pH H ₂ O	5.59	5.93	AM
Calcium (Ca) me/100gr	14.44	15.49	T
Magnesium (Mg) me/100gr	3.78	4.69	T
Kalium (K) me/100gr	0.49	0.58	T
Kapasitas tukar kation (KTK) me/100gr	24.84	25.53	T

Sumber. PT. Banjarsari Pribumi. SR:Sangat Rendah, AM:Agak Masam, T:Tinggi

Analisis unsure hara tanah dilakukan untuk mengetahui unsure hara apasaja yang mengalami peningkatan di dalam tanah setelah dilakukan pemberian biostimulan. Untuk pengambilan sampel tanah dilakukan pada area lain atau lahan yang berbeda dengan pelaksanaan reklamasi tetapi dengan perlakuan pemberian jumlah dan takaran nutrisi yang sama, hal ini dilakukan untuk membuktikan apakah penerapan metode biostimulasi dengan pemberian nutrisi menunjukkan hasil yang sama atau berbeda jika dilakukan pada lahan lain atau yang berbeda. Uji lab dilakukan di laboratorium Sucofindo yang berada di kabupaten Lahat, Palembang, Sumatera Selatan.

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa terdapat 7 parameter yang dilakukan uji lab. Berdasarkan data di atas juga dapat diketahui bahwa semua parameter yang di uji lab mengalami kenaikan, walaupun tidak terlalu signifikan, tetapi dari data tersebut dapat diketahui bahwa pemberian biostimulan atau nutrisi terhadap reklamasi lahan bekas tambang batu bara dengan penerapan metode biostimulasi dapat meningkatkan unsure hara yang berada di dalam tanah. Peningkatan calcium (Ca) sebanyak 1,05 me/100gr memberikan dampak yang baik bagi pembentukan dinding sel tanaman serta membantu dalam pertumbuhan pucuk baru dan akar pada tanaman.

Hasil uji lab terhadap unsure hara tanah dengan penerapan metode biostimulan member hasil yang cukup baik, karena semua parameter yang di uji mengalami kenaikan walaupun tidak terlalu signifikan, tetapi ada beberapa parameter yang cukup tinggi peningkatannya seperti kadar air, Calcium (Ca), pH H₂O, Magnesium (Mg) serta Kapasitas Tukar Kation (KTK) mengalami peningkatan yang cukup tinggi dibandingkan dengan hasil uji parameter lainnya.

4.1.4 Perbandingan Perencanaan Biaya Reklamasi

Perencanaan biaya reklamasi dengan menggunakan metode teknologi biostimulasi terdiri dari biaya langsung dan tidak langsung, biaya langsung meliputi biaya penataan lahan, biaya revegetasi dan biaya pengendalian erosi sedangkan untuk

biaya tidak langsung meliputi biaya sosialisasi dan mobilisasi alat serta biaya supervisi. Rincian biaya reklamasi meliputi hal sebagai berikut:

Tabel 5. Harga sewa alat

No.	Nama Alat	Harga Sewa (Rp)
1	Exsavator	245.000,-/Jam
2	Water Tank	75.000,-/Jam

Sumber. PT Banjarsari Pribumi

Tabel 6. Harga kebutuhan bahan kegiatan revegetasi

No.	Nama Barang	Satuan	Harga (Rp)
1	Bibit Sengon	1 Bibit	7.000,-
2	Bibit Karet	1 Bibit	15.000,-
3	Bibit Trembesi	1Bibit	10.000,-
4	Bibit LCC	1 Kg	180.000,-

Sumber. PT Banjarsari Pribumi

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan biaya langsung dan tidak langsung sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Perbandingan Biaya Rencana Reklamasi

No.	Deskripsi Biaya	Biaya (Rp)	
		Biosimulasi	Konvensional
1	A. Biaya penggunaan lahan, terdiri dari biaya:		
	1. Penataan permukaan tanah	946.308,-	4.635.183,-
	2. Penebaran top soil	-	30.205.982,-
	3. Pengendalian erosi dan pengelolaan air	95.048.924,-	95.048.924,-
	B. Biaya revegetasi terdiri atas:		
	1. Analisis kualitas tanah	311.123,-	311.123,-
	2. Pemupukan	4.031.250,-	10.628.000,-
	3. Pengadaan bibit	7.161.905,-	7.161.905,-
	4. Penanaman	2.500.000,-	2.500.000,-
	5. Pemeliharaan	8.125.000,-	8.125.000,-
	C. Biaya pencegahan dan penanggulangan air asam	601.507,-	601.507,-
	TOTAL	118.911.726,-	159.217.634,-
No	Deskripsi biaya	Biaya (Rp)	
		Biostimulasi	Konvensional
2	Biaya tidak langsung terdiri dari:		
	A. Biaya mobilisasi dan demolisasi alat (2,5%)	2.972.793,-	3.980.441,-

B. Biaya perencanaan biaya reklamasi (5,9)%	7.015.792,-	9.393.840,-
C. Biaya administrasi dan keuntungan kontraktor (8,9%)	10.583.144,-	14.170.369,-
D. Biaya supervisi (4,5%)	5.351.028,-	7.164.794,-
TOTAL	25.922.757,-	34.709.444,-
TOTAL RENCANA REKLAMASI	144.834.483,-	193.927.078,-

Sumber. PT Banjarsari Pribumi

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis pH tanah

Berdasarkan hasil analisis pH tanah pada tabel 1 nilai pH mengalami kenaikan tiap minggunya sebanyak 0.5 yang mana nilai pH pada minggu pertama bernilai 5.5 naik menjadi 6.0 pada minggu ke dua dan 6.5 pada minggu ke tiga serta 7.0 pada minggu ke empat. Peningkatan pH tanah sebenarnya tidak akan terlalu berpengaruh pada minggu ke dua hal ini dikarenakan pada minggu kedua dilakukan pemberian nutrisi A, yang mana nutrisi A ini memiliki fungsi utama dalam penggeburan tanah atau memberikan nutrisi berupa unsur hara dan mikroba ke dalam tanah untuk melakukan proses pelapukan, tetapi pada minggu ke tiga dan ke empat pH tanah menjadi netral kembali dikarenakan pada minggu ke tiga dilakukan pemberian nutrisi B yang mana fungsi utama dari nutrisi B ini adalah untuk menetralkan pH tanah yang asam maupun basa serta memberikan unsur hara tambahan ke dalam tanah, hal ini sesuai menurut Hadjowigeno (2007) yang mengatakan bila kandungan H^+ sama dengan OH^- maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai $pH = 7$ atau memiliki nilai berkisar antara 6.5 – 7.0.

Penerapan teknologi biostimulasi ini sangat efektif dilakukan, karena dalam waktu kurang lebih tiga minggu pH tanah yang tadinya asam kembali menjadi netral karena pemberian nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh tanah yang sudah tercemar logam berat dan lain sebagainya, penyesuaian pH dari 5 – 7 dengan menggunakan kapur dapat meningkatkan menjadi dua kali lipat, di lingkungan pH mampu merubah kelarutan, bioaktivitas, bentuk senyawa polutan, serta unsure hara makro dan mikro nutrient. Jamur lebih dikenal tanah terhadap asam

dibandingkan bakteri asam (Brooker, 2008). Pada pH rendah ketersediaan unsure hara lebih tinggi sehingga aktivitas mikroorganisme juga akan meningkat. Peningkatan aktivitas mikroorganisme ini juga di dukung oleh jumlah bakteri pada variasi pH tanah asam sebagian lebih banyak dibandingkan dengan variasi tanah pH netral (Mrozik, 2003).

Menurut Nghia (2007), pH optimum untuk biodegradasi berkisar 6 – 8. Penurunan pH merupakan indikasi mikroba beraktivitas, kebanyakan bakteri tumbuh pada pH netral atau sedikit alkali, pH juga berpengaruh pada fungsi seluler mikroorganisme, transport membrane dan keseimbangan reaksi, dalam proses kerjanya penerapan metode biostimulasi akan menjadikan tanah yang asam menjadi netral kembali dengan bantuan mikroorganisme yang memiliki peran dalam proses perbaikan tanah atau dalam proses degradasi tanag, selain itu dengan metode biostimuoasi juga memberikan nutrisi serta unsure hara yang mana memang diperuntukan dalam perbaikan kondisi tanah atau dalam penetrakan pH tanah , hal ini sesuai dengan pendapat Young (2007) yang mengatakan, biostimulasi banyak digunakan pada daerah yang sudah tercemar dan rusak guna untuk memperbaiki kondisi tanah agar kembali stabil. Penggunaan teknik biostimulasi mampu menurunkan konsentrasi minyak, sehingga pertumbuhan mikroba alami pada tanah tercemar dapat mendegradasi tanah yang tercemar mintak bumi maupun logam berat.

Penerapan teknologi biostimulasi memang sangat tepat dilakukan dalam pelaksanaan reklamasi, karena penerapan biostimulasi ini hanya menggunakan beberapa nutrisi berupa nutrisi organik dalam memicu mikroba dalam melakukan perbaikan tanah selain itu penerapan biostimulai juga dinilai lefih efektif dikarenakan lebih hemat biaya dibandingkan teknologi konvensional yang mana pada metode teknologi biostimulasi ini tidak diperlukannya penambahan top soil dalam proses reklamasi lahan bekas pertambangan batu bara, hal ini sesuai dengan pendapat Ardilah (2015) yang mengatakan Teknologi biostimulasi merupakan penggunaan nutrisi untuk memicu mikroba melakukan biodegradasi yang terjadi secara alami. Teknologi biostimulasi dinilai lebih efisiens dibandingkan dengan teknik konvensional, karena pada teknologi biostimulasi tidak perlu dilakukan adanya

penambahan top soil atau penambahan top soil. Teknologi biostimulasi dilakukan dengan penambahan biostimulan yang mengandung bahan-bahan alami yang merupakan hasil fermentasi bahan organik isolat dan bakteri tertentu untuk mendegradasi toksik yang aman bagi lingkungan.

4.2.2 Parameter Pengamatan Tanaman

Parameter pengamatan yang dilakukan pada tanaman reklamasi ada tiga yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang. Jenis tanaman pionir yang diamati adalah sebagai berikut:

4.2.2.1 Tanaman Sengon

Dari data hasil pada tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa tanaman sengon mengalami kenaikan tinggi tanaman tiap minggu, tetapi kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada minggu ke tiga dan ke empat yaitu naik setinggi 4cm pada minggu ke tiga dan 3cm pada minggu ke empat, sedangkan untuk jumlah daun tanaman sengon juga mengalami penambahan jumlah daun pada minggu ke tiga dan ke empat yaitu bertambah masing-masing 2 helai pada minggu ke tiga dan ke empat. Hal yang sama juga terjadi pada penambahan jumlah cabang pada tanaman sengon, penambahan jumlah cabang juga terjadi pada minggu ke tiga dan keempat yaitu juga bertambah masing-masing 2 cabang, hal ini dikarenakan pada minggu ke tiga dan ke empat memiliki intensitas curah hujan lebih tinggi dibandingkan pada minggu sebelumnya yang memiliki intensitas curah hujan sangat rendah atau musim kemarau, hal ini sesuai menurut Martawijata,dkk (2005) yang menyatakan, penanaman sengon sebaiknya dilakukan pada musim hujan yaitu pada bulan november – desember karena bibit ini cukup peka terhadap kekeringan, bisa saja dilakukan penanaman diluar musim hujan akan tetapi harus dilakukan penyiraman yang cukup intensif yaitu pada pagi dan sore hari.

Penanaman tanaman sengon memang pada dasarnya dapat tumbuh di sembarang tempat, tetapi sebaiknya untuk menghindari kegagalan dalam pertumbuhan sebaiknya tanaman sengon di tanam pada lahan yang memiliki tanah bertekstur lempung, selain itu pH tanah juga akan mempengaruhi dalam proses pertumbuhan semua jenis tanaman tak terkecuali tanaman sengon, jika suatu tanaman ditanam

pada tanah yang memiliki nilai $pH < 7$ atau tanah masam, maka akan mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman seperti kegagalan dalam proses pertumbuhan atau kerdil. Hal ini sesuai menurut Santoso (1992) yang menyatakan, jika sengon ditanam pada tanah yang terlalu basah, akan menyebabkan garam Mangan (Mn) tidak dapat diserap tanaman, sehingga daun sengon akan kurus kecil. Akan tetapi jika pH tanah terlalu masam, tanaman sengon dapat menjadi kerdil. Kekerdilan ini disebabkan garam Aluminium (Al) yang larut didalamnya. sebelum dilakukan penanaman suatu tanaman terutama tanaman sengon memang sebaiknya dilakukan analisis kondisi tanah maupun pada kondisi iklim yang tepat agar penanaman suatu tanaman dapat sesuai dengan syarat tumbuh dari tanaman tersebut untuk mencegah atau mengurangi kegagalan-kegagalan yang terjadi pada saat proses pertumbuhan tanaman nantinya.

4.2.2.2 Tanaman Karet

Berdasarkan data hasil pada tabel 2 diatas menunjukkan bahwa tanaman karet mengalami penambahan jumlah tinggi tanaman tiap minggunya hanya setinggi 1cm, sedangkan untuk jumlah daun dan jumlah cabang pada tanaman karet tidak mengalami penambahan sama sekali. Hal ini dikarenakan tanaman karet memang tidak cocok di tanam pada lahan yang memiliki tekstur kasar atau berpasir, selain itu tanaman karet juga harus memiliki drainase yang baik untuk dapat tumbuh dengan baik walaupun untuk tidak terlalu mementingkan kondisi kimia tanah seperti pH tanah.

Tanaman karet dapat hidup atau tumbuh pada pH tanah berkisaran 3.0-8.0. tetapi sebaiknya tanaman karet ditanam pada tanah yang memiliki pH tanah netral, hal ini sesuai menurut Tim Karya Tani Mandiri (2010) yang menyatakan Berbagai jenis tanah dapat kita sesuaikan dengan syarat tumbuh tanaman karet, baik tanah vulkanis muda dan tua maupun pada tanah gambut < 2 m. Tanah vulkanis mempunyai sifat fisika yang cukup baik, terutama struktur, tekstur, solum, kedalaman air tanah, aerasi dan drainasenya. Namun, secara umum sifat kimianya kurang baik karena kandungan haranya rendah. Tanah alluvial biasanya cukup subur, tetapi sifat fisiknya, terutama drainase kurang baik. Sebaiknya dalam

penanaman tanaman karet memang harus memperhatikan syarat tumbuhnya terlebih dahulu untuk mengurangi resiko terjadinya kegagalan dalam pertumbuhan tanaman karet.

4.2.2.3 Tanaman Trembesi

Dari data hasil pada tabel 2 diatas menunjukkan bahwa tanaman trembesi mengalami penambahan tinggi tiap minggunya tetapi pada minggu ke tiga dan ke empat terjadi penambahan tinggi yang cukup signifikan dari minggu sebelumnya yaitu naik setinggi 3cm pada minggu ke tiga dan 4cm pada minggu ke empat sama halnya dengan tanaman sengon yang mengalami penambahan tinggi pada minggu ke tiga dan ke empat, sedangkan untuk jumlah daun dan jumlah cabang hanya mengalami penambahan pada minggu ke empat saja yaitu bertambah 2 helai daun dan 2 cabang pada tanaman trembesi, hal ini menunjukkan bahwa iklim atau curah hujan yang tinggi sangat mempengaruhi proses pertumbuhan suatu tanaman.

Tanaman trembesi pada dasarnya tidak terlalu mementingkan faktor iklim maupun kondisi tanah, karena tanaman trembesi merupakan tanaman yang dapat tumbuh atau hidup pada bulan kering atau kemarau, sedangkan untuk jenis tanah tanaman trembesi dapat hidup atau tumbuh pada berbagai jenis tipe tanah serta pada pH yang tinggi, tetapi sebaiknya tanaman trembesi ditanam pada tanah yang memiliki pH tanah yang netral yaitu berkisar antar 6.5-7.0. hal ini sesuai menurut Nuroniah dan Kosasih (2010) yang menyatakan, trembesi dapat bertahan pada daerah yang memiliki bulan kering 2-4 bulan, dan kisaran suhu 20°C--38°C. Pertumbuhan pohon trembesi optimum pada kondisi hujan terdistribusi merata sepanjang tahun. Trembesi dapat beradaptasi dalam kisaran tipe tanah dan pH yang tinggi. Tumbuh di berbagai jenis tanah dengan pH tanah 6,0-7,4 meskipun disebutkan toleran hingga pH 8,5 dan minimal pH 4,7. Dengan demikian sebaiknya trembesi ditanam pada tanah yang memiliki pH netral dan iklim yang sesuai serta memiliki drainase yang baik untuk membantu dalam proses pertumbuhan tanaman trembesi nantinya.

Penerapan metode biostimulasi pada lahan bekas pertambangan batu bara untuk pertumbuhan tanaman pada table 3 dapat dilihat yang mana pertumbuhan tanaman dengan penerapan metode biostimulasi lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional. Pada table 3 dapat di lihat bahwa pertumbuhan tanaman pada metode biostimulasi terutama pada tanaman sengon mengalami peningkatan tinggi tanaman tiap minggunya sedangkan pada metode konvensional hanya mengalami peningkatan tinggi tanaman pada minggu ke empat saja, hal ini dikarenakan pada metode biostimulasi yaitu penggunaan nutrisi C yang memang diperutukkan terutama untuk merangsang perumbuhan tanaman. Nutrisi C merupakan nutrisi dengan bahan organik untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman (dibuat dari unsur hara mikro dan makro, zat perangsang tumbuh dan asam organik) serta untuk memperbaiki struktur tanah (fisik, kimia dan biologi). Selain itu nutrisi C yang berbahan organik yang di buat khusus sebagai penyedia unsure hara essensial bagi tanaman dan secara biologis membenatu perkembangan mikroorganusme yang bermanfaat bagi tanaman. Teknologi biostimulasi merupakan penggunaan nutrisi untuk memicu mikroba melakukan biodegradasi yang terjadi secara alami (Ardilah, 2015). Teknologi biostimulasi dinilai lebih efisiens dibandingkan dengan teknik konvesional, karena mengandung bahan-bahan alami yang merupakan hasil fermentasi bahan organik isolat dan bakteri tertentu yang membantu dalam pertumbuhan tanaman nanti nya.

4.2.3 Analisis Unsur Hara Tanah

Berdasarkan hasil table 3 diatas dapat diketahui bahwa ada 7 parameter yang dilakukan uji lab di laboratorium Sucofindo yang berada di Kabupaten Lahat, Palembang, Sumatera Selatan untuk mengetahui perubahan nilai yang terjadi pada parameter sebelum di berikan biostumulan atau nutrisi dan setelah di berikan biostimulan atau nutrisi. Pengambilan data mentah atau data asli dilakukan pada sebelum pengolahan lahan atau data yang di ambil berasal dari tanah asli, sedangkan untuk data akhir dilakukan pengmabilan pada saat seminggu setelah dilakukan penanaman dan pemberian biostimulan atau nutrisiC. Parameter yang diamati meliputi: C-Organik, nitrogen, , pH H₂O, Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K), dan Kapasitas tukar kation (KTK).

Berdasarkan hasil table 3 diatas dapat diketahui bahwa semua parameter yang di dilakukan pengujian lab menunjukkan hasil perubahan nilai atau dalam criteria hasil naik. Untuk kadar air hasil uji lab menunjukkan bahwa, peningkatan C-Organik naik sebanyak 0,07%, walaupun kriterianya masih sangat rendah tetapi C-Organik sangat membatu dalam kesuburan tanah, menurut Madjid (2010) menyatakan bahwa keberadaan bahan organic dalam tanah terhadap tanaman dapat memacu pertumbuhan tumbuhan karena mengandung auksin dan hormone perumbuhan, meningkatkan retensi air yang dibutuhkan tanaman, menyuplai energy bagi organism tanah dan meningkatkan organism saprofit dan menekan organism parasit bagi tanaman.

Peningkatan jumlah hasil uji lab pada parameter Nitrogen bertambah sebanyak 0,03 % yang mana sebelum dilakukan pemberian biostimulan atau nutrisi memiliki nilai 0,05 % dan setelah dilakukan pemberian biostimulan atau nutrisi nilainya menjadi berubah yaitu sebanyak 0,08%. Peningkatan jumlah nitrogen pada hasil lab menunjukkan kriterianya juga masih sangat rendah, tetapi peningkatan jumlah nitrogen sangat membatu dalam memperbaiki kondisi tanah serta akan membantu dalam proses pertumbuhan tanaman. Nitrogen memiliki fungsi di dalam tanah sebagai membantu dalam peningkatan kadar protein serta membatu dalam meingkatkan perkembangbiakan mikroorganisme di dalam tanah di dalam tanah selain itu nitrogen juga memiliki fungsi sebagai membantu dalam peningkatkan partumbuhan vegetative dalam tanaman, menurut Suharno et al, (2007) menyatakan bahwa keberadaan unsure hara nitrogen sangat penting terutama kaitannya dengan akan menunjang pertumbuhan tanaman.

Pada reaksi tanah atau pH terdapat satu parameter yang dilakukan uji lab yaitu pH H₂O, berdasarkan pada table 3 dapat diketahui bahwa parameter reaksi tanah atau pH mengalami peningkatan atau naik, yang mana untuk pH H₂O naik sebanyak 0.34 dari yang seblumnya 5.59 naik menjadi 5.93 setelah pemeberian biostimulan. Menurut Soewandita (2008) menyatakan bahwa keasaman tanah merupakan indicator dari kesuburan tanah, karena dapat mencerminkan ketersediaan hara di dalam tanah serta aik turunnya pH tanah merupakan fungsi ion H⁺ dan OH⁻. Penurunan pH tanah pada H₂O terjadi karena pengambilan sampel tanah yang dilakukan berbeda dengan

sampel tanah pada lahan reklamasi, hal ini dikarenakan untuk membuktikan apakah penggunaan penerapan biostimulasi ini juga berpengaruh jika dilakukan pada lahan lain, selain itu penurunan nilai pH tanah juga terjadi karena pada saat perlakuan dan pengambilan sampel tanah dilakukan pada minggu ke 3 dan ke 4 setelah dilakukan proses reklamasi pada lahan penelitian, yang pada minggu-minggu tersebut curah hujan sangat tinggi yang dapat menyebabkan penurunan nilai pH tanah, apalagi terjadi di kawasan pertambangan batu bara yang berkemungkinan terjadinya hujan asam.

Peningkatan Calcium juga terjadi sebanyak 1.05 me/100gr dari nilai sebelum pemberian biostimula adalah 14.44 me/100gr naik menjadi 15.49 me/100gr. Sedangkan untuk hasil lab menunjukkan criteria yang cukup tinggi sehingga sangat membantu dalam proses pertumbuhan tanaman nantinya. Fungsi Calcium (Ca) merupakan membantu dalam proses pembentukan atau pembelahan sel-sel baru serta terlibat dalam pengaturan sejumlah proses metabolisme, termasuk respon tanaman terhadap lingkungan dan zat pengatur tumbuh pada tanaman. Menurut Jordan et al (2016) menyatakan bahwa Calcium bergerak ke dari akar menuju ke bagian atas tanaman namun tidak akan kembali ke bawah lagi. Hal ini membuat calcium (Ca) sangat diperlukan bagi tanaman untuk membantu dalam proses tumbuh tanaman. Jumlah Magnesium (Mg) dalam parameter pada table 3 juga menunjukkan hasil naik yaitu sebanyak 0.91 me/100gr. Peningkatan hasil ini terjadi setelah pemberian biostimulan dari nilai awal sebanyak 3.78 me/100gr naik menjadi 4.9 meq/100gr dan sudah termasuk ke dalam criteria cukup tinggi. Magnesium (Mg) sangat berperan penting dalam mengangkut daun dan membentuk karbohidrat dan lemak, hal ini sesuai menurut Marschner (1995) yang menyatakan bahwa ketersediaan magnesium (Mg) dalam jumlah yang besar dapat meningkatkan kehijauan daun. Selain itu magnesium (Mg) juga berperan dalam mengatur pembentukan gula dan pati. Sama halnya dengan parameter lainnya kalium (K) juga mengalami peningkatan hasil sebanyak 0.09 me/100gr dari nilai 0.49 meq/100gr sebelum pemberian biostimulan dan naik menjadi 0.58 me/100gr, walaupun tidak terlalu signifikan tetapi menunjukkan hasil dengan kriteria cukup tinggi setelah dilakukan uji lab. Kalium (K) sangat berperan sebagai aktivator enzim yang mana membantu dalam penyerapan air dan

unsure hara dari tanah oleh tanaman. Menurut Ahmad (2011) menyatakan bahwa proses pelapukan batuan yang banyak mengandung unsure kalium juga membutuhkan waktu yang lama agar tersedia untuk tanaman. Sehingga unsure hara kalium sangat diperlukan bagi tanaman dalam jumlah yang banyak untuk membantu pertumbuhan tanaman menjadi optimal.

Parameter terakhir yang dilakukan uji lab pemberian biostimulan adalah kapasitas tukat kation (KTK). Peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) juga naik sebanyak 0.69 me/100gr, yang mana nilai sebelum pemberian biostimulan adalah 24.84 me/100gr naik menjadi 25.53 me/100gr dan juga menunjukkan hasil yang cukup baik dengan kriteria tinggi yang ada di dalam tanah setelah dilakukan uji lab tanah. Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan kemampuan kompleks pertukaran tanah untuk menyerap dan mempertukarkan kation-kation nilai KTK sendiri dapat dipengaruhi oleh C-Organik dan jumlah kation. Hal ini sesuai menurut Hardjowigeno (2003) yang menyatakan bahwa tanah-tanah dengan kandungan bahan organik atau kadar liat yang tinggi mempunyai KTK yang lebih tinggi dari pada tanah-tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau tanah-tanah berpasir. KTK sendiri sangat penting perannya dalam pertumbuhan tanaman karena tanah dengan KTK yang tinggi mempunyai daya menyimpan unsure hara yang tinggi.

Penerapan metode biostimulasi juga memberikan nilai yang baik untuk unsure hara pada sampel tanah yang berbeda dengan lahan penelitian reklamasi. Penambahan nutrient khususnya kadar hara N, P, K pada tanah yang tercemar akan menambah konsentrasi kadar hara menjadi tercukupi, dengan meningkatnya konsentrasi kadar hara tanah maka dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Pada lahan yang berbeda penerapan metode juga dilakukan sama persis dengan penerapan metode pada lahan penelitian untuk mengetahui seberapa berhasilnya penerapan metode biostimulasi ini jika dilakukan pada lahan yang berbeda, tetapi dengan perlakuan dan takaran yang sama dengan lahan penelitian. Pada table 4 menunjukkan hasil perubahan nilai yang cukup baik terhadap pemberian nutrisi pada tanah, yang mana setelah dilakukan pemberian nutrisi menunjukkan hasil yang baik walaupun masih ada beberapa parameter yang masih masuk dalam kriteria

sangat rendah dan agak asam, tetapi secara keseluruhan sudah menunjukkan hasil yang cukup baik atau tinggi. Penerapan metode biostimulasi yang dilakukan secara langsung biasanya pada lahan yang mengalami pencemaran yang sangat luas, biasanya penerapan metode biostimulasi ini dilakukan dengan perlakuan tanah seperti pengemburan, meningkatkan intensitas penyiraman, proses aerasi, dan penambahan nutrient. Menurut Budiyanto (2002) beberapa jenis mikroorganisme sangat berperan dalam pengelolaan lingkungan, beberapa mikroorganisme yang mempunyai kemampuan mendegradasi logam berat. Selain itu beberapa mikroorganisme yang terdapat dalam kandungan nutrient yang diberikan juga telah banyak digunakan dalam proses reklamasi. Secara umum kontaminasi lingkungan oleh logam berat merupakan masalah sebagai hasil meningkatkan kegiatan industrialisasi. Mikroorganisme atau mikroba yang terkandung dalam nutrisi yang diberikan dapat berinteraksi dengan logam dengan berbagai cara untuk dapat menurunkan mobilitas dan kelarutan logam, sehingga penerapan metode biostimulasi dinilai sangat efektif dilakukan pada reklamasi lahan bekas tambang karena teknologi biostimulasi merupakan penggunaan nutrisi untuk memicu mikroba melakukan biodegradasi yang terjadi secara alami (Ardilah, 2015).

4.2.4 Perbandingan Perencanaan Biaya Reklamasi

Berdasarkan hasil tabel 6 di atas dapat diketahui bahwa perbandingan biaya reklamasi antara metode biostimulasi dan metode konvensional memiliki perbedaan biaya yang cukup jauh. Penggunaan metode biostimulasi maupun konvensional memiliki dua biaya, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung secara keseluruhan memerlukan biaya sebesar Rp.118.911.726,-/Ha untuk metode biostimulasi sedangkan penggunaan metode konvensional memerlukan biaya sebesar Rp.159.217.634,-/Ha, sedangkan untuk biaya tidak langsung, penggunaan metode biostimulasi memiliki biaya sebesar Rp.25.922.757,-/Ha sedangkan untuk metode konvensional memiliki biaya sebesar Rp.34.709.444,-/Ha. Total keseluruhan biaya dalam penerapan metode biostimulasi sebesar Rp.144.834.438,-/Ha sedangkan untuk metode konvensional memiliki biaya sebesar Rp.193.927.078,-/Ha sehingga memiliki selisih perbandingan biaya sebesar Rp.49.092.640,- atau sekitar 25%.

Berdasarkan hasil table 6 diatas dapat diketahui bahwa perbedaan biaya reklamasi antar metode biostimulasi dan konvensional terletak pada segi penataan permukaan tanah, penebaran top soil dan pemupukan. Pada metode biostimulasi, penataan permukaan tanah di lakukan dengan menggunakan excavator dan water tank dapat dilihat pada tabel 4, sedangkan pada metode konvensional penggunaan alat lebih banyak di gunakan seperti penggunaan exavator, water tank, dump truck, compactor dll, dengan semakin banyaknya penggunaan alat berat makan biaya yang dikeluarkan juga akan semakin banyak. Selanjutnya dari segi penebaran top soil, untuk metode biostimulasi, tidak perlu dilakukan penebaran tanah pucuk atau penambahan *top soil*, karena tanah OB (*Overburen*) yang nanti akan dijadikan sebagai tanah pengganti *top soil*, sedangkan untuk metode konvensional perlukan dilakukan adanya penambahan *top soil*, karena pada metode konvensional memang diperlukan *top soil* untuk dilakukan penanaman utama nantinya. Untuk dari segi biaya dapat di lihat pada table 6 bahwa penebaran tanah pucuk atau penambahan *top soil* memakan biaya sebesar Rp. 30.205.982,-/ha. Hal ini tentunya akan lebih menguntungkan dengan penerapan metode biostimulasi karena tidak diperlukan adanya penebaran tanah pucuk atau penambahan *top soil*. Hal ini sesuai menurut Ardilah, (2015). Yang mengatakan bahwa teknologi biostimulasi dinilai lebih efisien dibandingkan dengan teknik konvensional, karena pada teknologi biostimulasi tidak perlu dilakukan adanya penambahan tanah pucuk atau penambahan top soil.

Untuk pemupukan, pada metode biostimulasi penggunaan nutrisi pada lahan reklamasi menggunakan tiga jenis nutrisi, yaitu nutrisi A dengan harga Rp.70.000,-/kg, nutrisi B seharga Rp. 11.250,-/kg dan nutrisi C Rp.70.000,-/kg, sedangkan pada metode konvensional pupuk yang digunakan lebih banyak seperti Urea, KCL,SP-36 atau pupuk NPK, dan masih banyak pupuk lainnya yang digunakan, hal ini tentunya akan memakan biaya yang lebih mahal untuk pemupukan pada metode konvensional sehingga penerapan metode biostimulasi dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan metode konvensional dalam segi hal pemupukan.

Penerapan metode teknologi biostimulasi dalam upaya reklamasi lahan bekas pertambangan batubara memiliki nilai yang lebih efektif dibandingkan dengan

metoden konvensional, bukan hanya dari segi biaya saja, pada teknologi biostimulasi tidak perlu dilakukan penebaran top soil hal ini dikarenakan penggunaan teknologi biostimulasi tidak memerlukan tanah pucuk atau *top soil* untuk melakukan penanaman tetapi hanya memerlukan pupuk atau nutrisi dalam memperbaiki kondisi tanah serta pengolahan tanah yang intensif agar membantu dalam proses reklamasi.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Teknologi biostimulai merupakan usaha atau kegiatan pemberian nutrisi kedalam tanah untuk memperbaiki kondisi tanah yang rusak akibat adanya aktifitas penambangan. Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode biostimulasi menunjukkan hasil yang baik dalam meningkatkan pH tanah, dari 5.5 menjadi 7,0 atau tanah bersifat masam menjadi nertal dalam waktu kurang lebih 3 minggu.
2. Metode biostimulasi juga menunjukkan hasil yang baik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman terutama untuk tanaman sengon yang mengalami peningkatan pertumbuhan tiap minggunya.
3. Penerapan metode biostimulasi dalam proses reklamasi lebih hemat 25% atau Rp.49.092.640,-/Ha. Metode biostimulasi membutuhkan biaya keseluruhan sekitar Rp.144.834.438,-/Ha sedangkan penggunaan metode konvensional membutuhkan biaya secara keseluruhan Rp.193.927.078,-/Ha dalam proses reklamasi.

5.2 Saran

Penerapan metode biostimulasi dalam proses reklamasi membutuhkan waktu kurang lebih 3 minggu dalam proses pengolahan tanah atau sebelum dilakukan penanaman. Selama proses pengolahan tanah membutuhkan air yang cukup untuk membasahi lahan sampai jenuh dan penyiraman harus dilakukan intensif setiap harinya selama proses pengolahan tanah.

Berdasarkan hasil pertumbuhan tinggi tanaman diatas tanaman utama atau pionir terutama untuk tanaman karet sebaiknya diganti dengan tanaman lain seperti ecalyptus atau kayu putih yang memiliki syarat tumbuh yang lebih bagus untuk daerah pertambangan terutama batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., 2011. Meningkatkan Pelepasan Unsur Hara dari Batuan Beku dengan Senyawa Humat (Doctoral dissertation, Tesis (tidak diterbitkan). Bogor: institute pertanian Bogor).
- Arif, I., 2007. Perencanaan Tambang Total Sebagai Upaya Penyelesaian Persoalan Lingkungan Dunia Pertambangan, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Arinaldo, Deon., Christian, Julius. 2019, Dinamika Batubara di Indonesia, Institute For Essential Service Reform (IESR), Jakarta.
- Badri, LN. (2003). Karakteristik Lahan Pasca Tambang Timah dan Pengelolaannya untuk Keperluan Revegetasi (Studi Kasus Lahan Pasca Tambang Timah Dabo Singkep). Tesis Sekolah Pasca Sarjana IPB Bogor. Tidak diterbitkan
- Dahlan Endes. 2010. Trembesi dahulunya asing sekarang tidak lagi. Bogor: IPB Press.
- Dariah, A., A. Abdurachman dan D. Subardja. 2010. Reklamasi lahan ekspansikan untuk perluasan areal pertanian. Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 4 No. 1:1-12. ISSN 1907-0799.
- Darwo, 2003. Respon Pertumbuhan Khaya anthoteca Dx. Dan Acacia crassicarpa A. Cunn Ex. Benth. Terhadap Penggunaan Endomikoriza, Pupuk Kompos dan Asam Humat pada Lahan Pasca Penambangan Semen. Tesis, IPB. Bogor.
- Hanafi, M. 2011. Trembesi (Samanea saman). Bandung
- Harahap, I. Y., dkk. 2011 edisi 2. Mucuna bracteata. Pengembangan dan Pemanfaatannya di perkebunan Kelapa Sawit, Pusat penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Harahap, I.Y., Hidayat, T.C., Simangunsong, G., Sutarta, E. D., Pangaribuan, Y., Lista, E., Rahutomo, S., 2008. Mucuna bracteata Pengembangan dan Pemanfaatannya di Perkebunan Kelapa Sawit, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Hardjowigeno, S. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Jakarta : Akademika Pressindo. 250 hal
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo. 296 Halaman
- Jordan David, L., et al. 2016, Peanut Information. Collage og Agriculture and Life Science, North Carolina State University.
- Kasiram, Mohammad. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif-Kualitatif. Malang: UIN Malang Press.
- Kumar, A., and A. Ch. Pandey. 2013. Evaluating impact of coal mining activity landuse/ landcover using temporal satellite images in South Karanpura Coalfields and Environs, Jharkhand State, India. IJARSG– An Open Access International Journal. ISSN 2320 – 0243.
- Kumar, B. M. 2013. Mining waste contaminated lands: an uphill battle for improving crop. Productivity. Journal of Degraded and Mining Lands Management Volume 1, Number 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
- Kurdi, A. 2000. Diktat Kuliah Batu Bara. Jurusan Teknik Pertambangan (ATPN). Banjarbaru.
- Madjid, A. 2010. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Bahan Ajar Online Fakultas Pertanian Unsri & Program Studi Ilmu Tanaman Program Magister (S2), Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya.
- Mangkusubroto. 1996. Prospek Pengusahaan Sumber Daya Batu Bara Di Indonesia. Majalah Pertambangan dan Energi No. I/XX/1996. Jakarta, hal 1-4.
- Marschner. 1995. Mineral Nutrition in Higher Plants, 2 nd Edition, Academic Press, London.
- Martawijaya, dkk. (2005). Atlas Kayu Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan . Departemen Kehutanan. Bogor
- Marzuki, C. (1999), Metodologi Riset, Jakarta: Erlangga.
- Mulyanto, B. 2008. Hubungan fungsi tanah dan kelembagaan pengelolaan kawasan pasca tambang. Makalah disampaikan dalam Seminar d Kawasan Tambang Pasca Penutupan Tambang. Pusat Studi Reklamasi. Workshop Reklamasi dan Pengelolaan Tambang. LPPM Institut Pertanian Bogor. Bogor 22 Mei 2008.
- Munir. (2017). Pembelajaran Digital. Bandung: Alfabeta
- Notohadiprawiro, dkk. 2006. Pengelolaan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta
- Nuroniah, H. S. dan A. S. Kosasih. 2010. Mengenal jenis trembesi (*Samanea saman* (Jacquin). Merrill) sebagai pohon peneduh. Jurnal Mitra Hutan Tanaman. 5(1): 1—5.
- Nzimande, Z., and H. Chauke. 2012. Sustainability through responsible environmental mining. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurg vol.112 no.2 . 2012. Johannesburg
- Pattimahu, D.V. 2004. Restorasi lahan kritis pasca tambang sesuai kaidah ekologi. http://www.rudyc.com/PPS702ipb/09145/debby_pattimahu.pdf. diakses tanggal 15 Juli 2014.
- Peraturan Menteri ESDM No. 18 Tahun 2008 Tentang Reklamasi dan Penutupan Tamb
- Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia (PERHAPI), 2004.
- Purwanta, H.J. 2008. Teknologi Budidaya Karet. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
- Santoso, H.B., 1992. Budidaya Sengon. Kanisius. Yogyakarta
- Sitorus, S. (2003). Kualitas, Degradasi dan Rehabilitasi Tanah. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Soewardita, H. 2008. Studi kesuburan tanah dan analisis kesesuaian lahan untuk komoditas tanaman perkebunan di kabupaten bengkalis. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, 10 (2) : 128-133.

- Staples G.W. and Elevitch C.R. 2006. *Samanea saman* (rain tree). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry ver. 2.1
- Subowo. 2011. Panambangan Sistem Terbuka Ramah Lingkungan dan Upaya Reklamasi Pasca Tambang Untuk Memperbaiki Kualitas Sumberdaya Lahan dan Hayati Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 5 (2). 94 hal
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B*. Bandung: Alfabeta.
- Suharno., Mawardi, I., Setiabudi, Lunga, N dan S. Tjitrosemito. 2007. Efisiensi Penggunaan Nitrogen pada Tipe Vegetasi yang Berbeda di Stasiun Penelitian Cikaniki, Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat. *Biodiversitas* 8: 287-294.
- Suhartanto, 2007, "Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang Batubara", *Ejurnal, Litbang, IAARD. IPB*
- Suhartati, 2008, Aplikasi Inokulum EM4 dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). *Journal Vol. V No. 1* : 55-65, 2008.
- Suryana, A. 2007. Arah dan strategi pengembangan sagu di Indonesia. *Prosiding Lkakarya Pengembangan Sagu di Indnesia. Batam 25-26 Juli 2007*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Bogor. ISBN : 978-979-8451-50-8.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam Jagung*. CV. Nuansa Aulia. Bandung. 208 hal.
- Val, C and Gil, A. (1996). *Methodology for Monitoring landreclamation of Coal Mining Dumps. Proceeding and Third International Conference on The Abatement of Acidic Drainage*. Pittsburgh
- Warisno. 2009. *Investasi Sengon*. Jakarta:PT.Gramedia.
- Young, 2007, "Teknologi Pertambangan Indonesia", Jakarta
- Yulianti, Ardila (2015) *Kajian Teknologi Biostimulasi Untuk Pemanfaatan Overburden Berpotensi Asam Sebagai Pengganti Topsoil Pada Kegiatan Reklamasi Pascatambang Di Mahayong I Pt Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan*. Masters Thesis, Upn "Veteran" Yogyakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Uji Lab Tanah Sebelum Reklamasi

Parameter	Hasil	Criteria
C-Organik(%)	0.70	Sangat Rendah
Nitrogen (N)(%)	0.05	Sangat Rendah
pH H ₂ O	5.59	Agak Masam
Calcium (Ca)me/100gr	14.44	Tinggi
Magnesium (Mg)me/100gr	3.37	Tinggi
Kalium (K)me/100gr	0.49	Tinggi
Kapasitas Tukar Kation (KTK)me/100gr	24.84	Sedang

Keterangan: Kriteria berdasarkan balai pertanian tanah (2009)

Lampiran 2. Hasil Analisis Uji Lab Tanah Sesudah Reklamasi

Parameter	Hasil	Criteria
C-Organik(%)	0.77	Sangat Rendah
Nitrogen (N)(%)	0.08	Sangat Rendah
pH H ₂ O	5.93	Agak Masam
Calcium (Ca) me/100gr	15.59	Tinggi
Magnesium (Mg) me/100gr	4.69	Tinggi
Kalium (K) me/100gr	0.58	Tinggi
Kapasitas Tukar Kation (KTK) me/100gr	25.53	Tinggi

Keterangan: Kriteria berdasarkan balai pertanian tanah (2009)

Lampiran 3. Perhitungan Perbandingan Biaya Reklamasi Tambang

A. Penataan lahan

Exavator = Rp. 245.000/jam = Rp. 4.083/menit

Water Tank = Rp. 75.000/jam = Rp. 1.250/menit

Jika luas lahan 15m² dan penggunaan water tank memakan waktu 15 menit

1 ha = 100.5 menit x 1.250 = Rp. 125.625,-/ha

Jika luas lahan 15m² dan penggunaan excavator memakan waktu 30 menit

1 ha = 201 menit x 4.083 = Rp. 820.683,-/ha

Maka total biaya penataan lahan adalah:

RP.125.625,- + Rp.820.683,- = Rp.946.308,-/ha

B. Pemupukan

- Pupuk rehabilitas

25kg/ha x 70.000,- = Rp. 1.750.000,-/ha

- Pupuk pemebah tanah

125kg/ha x 11.250,- = Rp. 1.406.250,-/ha

- Pupuk tanaman

12,5kg/ha x 70.000,- = Rp. 875.000,-/ha

Maka total biaya pemupukan adalah

Rp. 1.750.000,-/ha + Rp. 1.406.250,-/ha + Rp. 875.000,-/ha

= Rp. 4.031.250,-/ha

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

No	Kegiatan	Dokumentasi
1	Persiapan lahan	
2	Pemberian nutrisi A	
3	Pemberian nutrisi B	
4	Pemberian nutrisi C	

5	Penanaman tanaman pionir	
6	Penyiraman lahan	
7	Pengukuran tanaman	