

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kerusakan Lahan akibat Kegiatan Pertambangan Batubara

Penambangan menyebabkan perubahan bentang lahan dan kualitas tanah hasil penimbunan setelah penambangan. Struktur tanah penutup rusak sebagaimana sebelumnya, juga tanah lapisan atas bercampur ataupun terbenam di lapisan dalam. Tanah bagian atas digantikan tanah dari lapisan bawah yang kurang subur, sebaliknya tanah lapisan atas yang subur berada di lapisan bawah. Demikian juga populasi hayati tanah yang ada di tanah lapisan atas menjadi terbenam, sehingga hilang/mati dan tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Daya dukung tanah lapisan atas pasca penambangan untuk pertumbuhan tanaman menjadi rendah (Subowo, 2011).

Kerusakan lahan selama ini sering diangkat kepermukaan masyarakat lebih banyak disebabkan oleh penebangan liar dan kebakaran hutan, dan jarang sekali diangkat karena pertambangan. Pembukaan lahan ini semata-mata untuk kepentingan eksplorasi bahan tambang ini sebenarnya lebih parah keadaannya dan akan lebih banyak memerlukan teknik dan biaya dalam rehabilitasinya (Rustam, 2003).

Penambangan batubara khususnya atau penambahan bahan galian dari perut bumi seharusnya tidak merusak lingkungan daerah yang ditambang. Pemanfaatan sumber daya alam harus ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan umat manusia serta meningkatkan kualitas lingkungan hidup (Tala'olu *et al*, 1995).

Dampak penting yang mungkin timbul pada penambangan batubara pada tahap pra penambangan adalah terbukanya lahan akibat pembukaan lahan (*land clearing*). Hal ini akan menimbulkan dampak lanjutan seperti berkurangnya daya tahan lahan terhadap erosi, perubahan karakteristik infiltrasi yang akan mempengaruhi pengisian (*recharge*) air tanah, perubahan unsur/komponen neraca air, perubahan bentuk bentang lahan dan tata guna lahan, serta penurunan kualitas akibat dari erosi. Pada tahap penambangan dampak penting yang muncul adalah terjadinya perubahan bentang alam akibat pengupasan atau penggalian tanah pucuk, tanah penutup dan batubara. Kemungkinan terjadinya air asam tambang jika air limpasan bereaksi dengan lapisan tanah penutup yang berpotensi membentuk asam, kemungkinan terjadinya longsoran pada penimbunan tanah penutup baik diluar areal tambang maupun bekas tambang (Rustam, 2003).

Laporan yang disampaikan oleh Cooke & Johnson (2002), serta Dodd & Louis (2003), menunjukkan bahwa lahan pasca penambangan batubara secara umum dicirikan oleh tekstur fisik yang sangat kasar dan beragam, mulai lempung sampai lempung berpasir. Pada beberapa lokasi penambangan nampak berbatu, dan pada tekstur yang sangat halus tidak memiliki kandungan bahan organik, sangat kompak, dan laju infiltrasi airnya sangat rendah. Pada umumnya lahanlahan bekas penambangan memiliki kandungan hara makro yang sangat rendah, terutama kandungan N, P, K, Na, dan Ca, serta tingkat kemasaman tanah (pH) dan kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah. Selain itu mikroorganisme tanah yang sangat membantu dalam stabilisasi struktur

tanah, sumbangan mineral-mineral inorganik, ataupun sumbangannya dalam zat pengatur pertumbuhan, juga sangat rendah (Hetrick *et al.* 1994).

B. Reklamasi dan Revegetasi Lahan Pasca Kegiatan Penambangan Batubara

Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 18 tahun 2008 Tentang Reklamasi dan Penutupan Tambang, reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya.

Kegiatan penambangan bahan-bahan yang mengandung mineral sulfida seperti batubara dapat memicu pembentukan asam. Penggalian menyebabkan terangkatnya bahan-bahan sulfidik tersebut ke permukaan sehingga oksidasi terhadap mineral sulfida seperti pirit akan melepaskan asam-asam sulfat yang berdampak pada penurunan pH tanah secara drastis. Menurunnya pH akan meningkatkan kelarutan logam berat yang berbahaya bagi kehidupan (Rochani dan Retno, 1997).

Secara ekologis revegetasi merupakan bagian dari program reklamasi lahan tambang. Dalam pelaksanaannya revegetasi lahan tambang seringkali mengalami kesulitan akibat sifat-sifat fisik dan kimia tanahnya. Tidak adanya tanah pucuk merupakan gambaran yang umum pada lahan tambang. Kalaupun ada, kandungan nitrogennya sangat rendah sehingga tidak memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman. Keadaan ini akibat tidak adanya bahan organik tanah yang disediakan oleh pelapukan material tanaman yang telah

mati. Selain itu kurangnya mikroflora tanah membatasi pembusukan material tanaman. Kondisi ini juga diperburuk oleh lapisan permukaan lahan yang berbatu sehingga mempersulit perkembangan vegetasi akibat rendahnya laju infiltrasi dan retensi air (Singh 2004).

Bradshaw & Chadwick (1980) mengemukakan bahwa akibat penambangan keseimbangan hara tanaman menjadi terganggu, sementara kelarutan unsur-unsur yang meracuni meningkat dan ketersediaan hara N pada tanah galian tambang pada umumnya sangat rendah, walaupun pada beberapa tempat memiliki jumlah N total yang tinggi. Namun demikian, N tetap tidak cukup tersedia untuk usaha revegetasi.

Dalam program revegetasi di lahan pasca penambangan harus memilih jenis tanaman yang sesuai dan didukung oleh beberapa variabel ekologis, seperti kapasitasnya dalam menstabilkan tanah, meningkatkan bahan organik tanah, dan penyediaan hara tanah. Pada tahap awal revegetasi, tanaman makanan ternak merupakan jenis tanaman yang disarankan untuk ditanam, hal ini akan memperbaiki hara dan kandungan bahan organik tanah (Singh 2004).

C. Penggunaan Legum sebagai Tanaman Penutup Tanah pada Lahan Pasca Kegiatan Penambangan Batubara

Menurut Kleinman (1996) kegiatan reklamasi lahan pasca tambang yang paling penting adalah :

1. Penanaman tanaman makanan ternak, yang ditujukan untuk habitat ternak atau hewan liar yang sebelumnya telah ada; dan

2. Pengendalian erosi tanah. Penanaman tanaman makanan ternak, seperti rumput-rumputan dan leguminosa, dapat berfungsi sebagai pengendali erosi maupun stabilisasi tanah buangan (*mine spoil*). Pada lahan yang terbuka dapat meningkatkan aliran permukaan (*runoff*) yang dapat menurunkan kualitas permukaan air tanah, dan nilai estetika. Pada kondisi semacam ini biasanya diikuti oleh menurunnya kesuburan tanah, rendahnya kelembaban tanah, serta tingginya suhu permukaan tanah.

Oleh karena itu, langkah awal yang harus dilakukan pada reklamasi lahan tambang adalah dengan menanam tanaman penutup (*cover crop*) oleh tanaman makanan ternak (Rasmussen, 1998).

Menurut Adiningsih dan Sudjadi (1993), apabila kadar bahan organik dalam tanah rendah, maka efisiensi pemupukan juga rendah. Untuk meningkatkan kadar bahan organik pada lahan pasca penambangan dapat ditempuh melalui: penggunaan pupuk kandang, pemberian mulsa, dan penanaman jenis tanaman legum penutup tanah.

Menurut Ruhayat (1999), *Legume Cover Crop* juga menurunkan temperatur tanah dan mengurangi pepadatan tanah dengan menurunnya berat volume tanah yang diikuti peningkatan ruang pori total. Sedangkan terjadinya penurunan pH H₂O diduga disebabkan karena adanya peningkatan konsentrasi bahan organik C dalam tanah yang dalam proses dekomposisinya menghasilkan senyawa-senyawa organik yang dapat menurunkan pH tanah.

D. Deskripsi Legum

Menurut Arsyad (2006), salah satu metode yang dikembangkan untuk merehabilitasi tanah adalah dengan menggunakan metode vegetatif, yaitu menggunakan tanaman penutup tanah yang umumnya berasal dari family Leguminosa atau biasa disebut dengan LCC. Tanaman penutup tanah yang biasanya digunakan adalah jenis kacang-kacangan antara lain *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, dan *Pueraria javanica*.

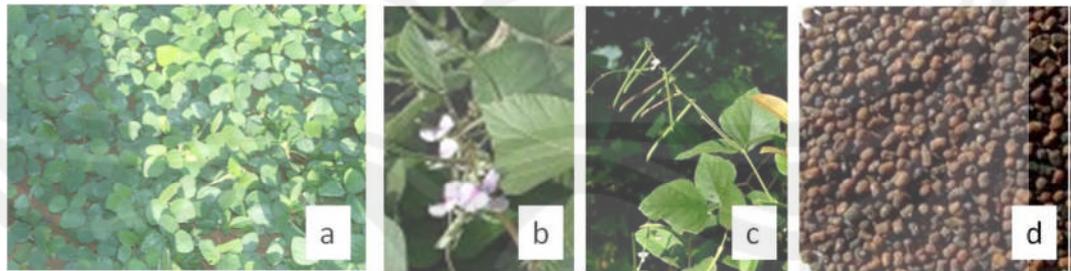
Gizikoff (2004) menyarankan bahwa spesies tanaman makanan ternak yang tepat untuk reklamasi adalah secara agronomis toleran terhadap hara yang rendah dan kondisi kering, memberikan produksi yang tinggi, dapat membangun bahan organik dan sekaligus mempercepat pemulihan tanah. Spesies tanaman makanan ternak tersebut dapat beradaptasi terhadap tekanan penggembalaan yang berat serta tidak menyerang tanaman lokal (native).

a. *Pueraria javanica*

Pueraria javanica Atau Puero (Inggris) dan kacang ruji (Jawa) berasal dari daerah dataran rendah Asia Timur dan Asia Tenggara, merupakan legum tahunan dengan batang memanjat atau melilit dan berbulu, panjang sulur 1-3 meter, daun besar berjumlah tiga (trifoliat), bunga-bunganya kecil berwarna lembayung muda hingga ungu. Tanaman ini dapat tumbuh pada tanah yang miskin unsur hara dan tahan terhadap naungan yang ringan maupun penyinaran yang penuh. Umumnya ditemukan hingga ketinggian 1000 meter di atas permukaan laut di pulau Jawa. Tanaman ini menghasilkan biji yang

relatif sedikit sehingga umumnya perbanyak dengan cara stek. Disamping sebagai hijauan sumber protein dan mineral yang disukai ternak ruminansia, *Pueraria javanica* juga berperan sebagai penutup tanah, menekan pertumbuhan gulma, mengurangi erosi dan sebagai pupuk hijau. Kandungan nutrisinya berkisar 2-4% N (12,5-25% protein kasar), 30-40% serat kasar, 0.15-0.45% P dan 0.4-1.6% Ca (Mannetje dan Jones, 2000).

Puero berasal dari India Timur dan sekarang telah ditanam secara luas di negara-negara di daerah tropik (Reksohadiprodjo, 1981). *Puero* mempunyai batang stolon yang dapat mengeluarkan akar dari tiap ruas batangnya yang bersinggungan dengan tanah. Perakarannya dalam dan bercabang-cabang, sehingga *Puero* dapat berfungsi sebagai pencegah erosi, tahan musim kemarau yang tak terlalu panjang. Menurut Skerman (1977) legum ini tumbuh dengan baik pada kisaran pH 4-5.



Gambar 1. *Pueraria javanica* (a) Daun, (b) Bunga, (c) Polong, (d) Benih
(Indina, 2011)

b. *Calopogonium mucunoides*,

Salah satu tanaman *cover crop* dan bisa dijadikan pakan ternak yang sering digunakan di lahan perkebunan/kehutanan adalah

Calopogonium, tanaman ini sudah lama digunakan karena dapat menekan pertumbuhan gulma dan dapat meningkatkan kesuburan tanah. Oleh karena itu maka *Calopogonium* sebagai tanaman dwiguna perlu dikenalkan kepada pengguna/peternak bagaimana karakterisasi dan pemanfaatan tanaman ini lebih luas.

Nama Inggris Calopo, Nama Indonesia Kalopogonium, Nama Lokal (Indonesia), kacang asu (Jawa). Kalopogonium berasal dari Amerika tropis dan Hindia Barat. Kacang ini telah diperkenalkan ke Asia dan Afrika tropis pada awal tahun 1900 dan ke Australia pada tahun 1930. Kalopogonium telah digunakan sebagai pupuk hijau dan tanaman penutup tanah di Sumatra pada tahun 1922 dan kemudian di perkebunan karet dan perkebunan serat karung di Jawa Tengah dan Jawa Timur, dan telah tersebar ke seluruh daerah tropis (Purwanto, 2007).

Menurut Purwanto (2007), Kalopogonium dapat tumbuh mulai dari pantai hingga ketinggian 2000 mdpl, tetapi dapat beradaptasi dengan baik pada ketinggian 300-1500 mdpl. Kacang ini cocok pada iklim tropis lembab dengan curah hujan tahunan lebih dari 1250 mm/tahun. Kacang ini tahan terhadap kekeringan tapi mungkin akan mati pada musim kering yang lama. Dapat tumbuh dengan cepat pada semua tekstur tanah, walaupun dengan pH rendah antara 4.5 - 5. Cara tumbuhnya dengan membelit, membuat Kalopogonium mampu beradaptasi dengan baik pada beragam kondisi ekologi.

Calopogonium muncunoides (Gambar 2) dikenal baik sebagai satu jenis kacang polong pelopor yang berharga untuk melindungi permukaan lahan, mengurangi temperatur lahan, memperbaiki kandungan Nitrogen, meningkatkan kesuburan lahan dan mengendalikan pertumbuhan rumput liar. Tanaman ini sering ditanam bersama dengan *cent* (*C. pubescens*) dan kacang ruji (*P. phaseoloides*) (Purwanto, 2007).



Gambar 2. *Calopogonium mucunoides*(a) Daun, (b) Bunga, (c) Polong, (d) Benih (Indina, 2011)

E. Pupuk dan *Cocopeat* sebagai Bahan Organik bagi Tanah

Keberhasilan program reklamasi lahan pasca penambangan, khususnya untuk kepentingan pertanian, adalah dengan penggunaan bahan organik pada lapisan permukaan tanah. Percobaan yang dilakukan oleh Renault *et al.* (2004) menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik sebagai pembenah tanah pada lahan pasca tambang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman, menstimulasi pertumbuhan akar tanaman, dan meningkatkan berat segar beberapa jenis tanaman. Namun, penggunaan bahan organik sebagai pembenah tanah di lahan pasca penambangan sifatnya sementara dan dalam jangka pendek,

karena dalam jangka panjang vegetasi yang ada di lahan pasca penambangan tersebut dapat menyediakan bahan organik sendiri (Bendfeldt *et al.* 2001).

Bahan organik tanah adalah produk dari proses dekomposisi bahan-bahan organik yang berasal dari tumbuhan, hewan ataupun bahan organik lainnya (Stevenson 1994). Proses dekomposisi ini akan menghasilkan molekul-molekul organik dan inorganik yang lebih sederhana (Tipping 2000). Pada umumnya bakteri memecah bahan organik menjadi N, P, dan S, yang semula tidak tersedia menjadi tersedia bagi bagi tanaman. Proses ini disebut sebagai mineralisasi. Proses dekomposisi bahan organik selanjutnya menghasilkan formasi bahan organik yang lebih kompleks lagi, yang disebut humus (Juma 1998).

Pada reklamasi lahan tambang, terutama lahan yang akan direvegetasi, perlu dilakukan penambahan bahan organik pembenah tanah. Hal ini sangat penting, mengingat besarnya manfaat yang disumbangkan oleh pembenah tersebut pada lahan tambang, yang umumnya miskin akan unsur hara. Bahkan pada kondisi permukaan lahan yang berbatu pada tambang emas bila ditambahkan pembenah tanah kompos jamur dan biosolid, pemupukan, dan penggunaan kapur, dapat dilakukan revegetasi (Sydnor & Redente 2002).

Serbuk sabut kelapa (*cocopeat*) adalah hasil sampingan dari proses pengambilan serat sabut kelapa. *Cocopeat* merupakan pengikat antar serat kelapa di dalam sabut kelapa. *Cocopeat* mempunyai kandungan lignin dan selulosa yang tinggi. Bahan-bahan yang terkandung di dalam *cocopeat* menyebabkan *cocopeat* tahan terhadap bakteri dan jamur. *Cocopeat* memiliki

pH sebesar 5,2-6,8 dan sangat sulit untuk diuraikan. *Cocopeat* akan mulai terurai dalam jangka waktu 10 tahun pemakaian, sehingga manfaat-manfaat dari *cocopeat* ini dapat berlangsung lama. *Cocopeat* sangat cocok digunakan untuk campuran tanah dalam pot, media pembenihan, media hidroponik, dan material lapangan golf (Anonim 2007).

Cresswell (2009) mengatakan, *cocopeat* terdiri dari 2% - 13% serat pendek yang panjangnya kurang dari 2 cm. *Cocopeat* bersifat hydrophilik dimana kelembaban akan tersebar merata pada permukaan serbuk. Kondisi seperti ini menyebabkan *cocopeat* mudah untuk menyerap air meskipun berada di udara kering. *Cocopeat* tidak cocok digunakan sebagai bahan bakar karena menghasilkan banyak asap dan panas yang dihasilkan sedikit.

Cocopeat memiliki daya serap air yang cukup tinggi yaitu sekitar 8 – 9 kali dari beratnya. Dalam *cocopeat* mengandung mineral-mineral seperti N, P, K, Ca, Cl, Mg, Na yang baik untuk media pembibitan tanaman (DAPCA 2008).

F. Faktor-faktor Lingkungan

Dalam beberapa aspek, hadirnya ternak di lahan reklamasi pasca tambang, apabila tidak dikelola dengan baik, ternak juga dapat mengganggu proses reklamasi. Pada lahan reklamasi umumnya terdapat daerah-daerah riparian. Tanaman yang tumbuh disekitar riparian umumnya palatable bagi ternak, sehingga ternak lebih menyukai daerah tersebut. Selain lingkungannya lebih dingin dibandingkan lingkungan sekitarnya, ternak lebih mudah mengakses air

minum. Akibatnya, daerah di sekitar riparian menjadi rusak akibat tekanan injakan yang terlalu berat, terjadi sedimentasi, dan hilangnya vegetasi penstabil tanah. Dengan demikian, untuk memanfaatkan lahan reklamasi pasca tambang sebagai penggembalaan ternak perlu dilakukan perencanaan dan operasional yang matang dalam program revegetasi. Hal ini merupakan faktor penting yang patut dipertimbangkan sejak tahap awal perencanaan (Gizikoff, 2004).

Faktor yang menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak maksimal adalah reaksi tanah (pH). Reaksi tanah adalah suatu ciri atau parameter yang menunjukkan keadaan masam-basa dalam tanah. Menurut Syarief (1986), reaksi tanah sangat mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Reaksi tanah yang netral, berada pada pH 6.5-7.5 memiliki kandungan unsur hara yang optimum. Kondisi pH tanah yang kurang dari 6.0 menyebabkan ketersediaan unsur molibdinum, fosfor, kalium, belerang, kalsium, dan magnesium menurun dengan cepat. Tanah pada lokasi penelitian memiliki pH yang sangat masam yaitu berkisar antara 3.9-4.4 (Kaltim Prima Coal, 2005).

Hara nitrogen pada tumbuhan kacang-kacangan sebanyak 66% berasal dari gas N hasil simbiosis dengan bakteri *rhizobium*. Fiksasi nitrogen yang dilakukan oleh tanaman kacang-kacangan sering mengalami hambatan. Fiksasi nitrogen dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti pH tanah, kandungan nutrisi yang minimum, suhu yang terlampau ekstrim, kelebihan atau kekurangan kandungan air dalam tanah (Vissoh, 2005).

G. Hipotesis

1. Benih *Calopogonium mucunoides* menunjukkan laju pertumbuhan dan presentase penutupan yang paling cepat serta produksi biomasa yang paling banyak.
2. Pemberian *cocopeat* sebagai bahan organik tambahan pada benih *Calopogonium mucunoides* dan *Pueraria javanica* dapat memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman legum baik dari segi produksi biomasa, laju pertumbuhan dan presentase penutupan tanah