



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kegiatan Penambangan

Kegiatan penambangan merupakan kegiatan usaha yang kompleks dan sangat rumit, sarat resiko, merupakan kegiatan usaha jangka panjang, melibatkan teknologi tinggi, padat modal, dan aturan regulasi yang dikeluarkan dari beberapa sektor. Selain itu, kegiatan penambangan mempunyai daya ubah lingkungan yang besar, sehingga memerlukan perencanaan total yang matang sejak tahap awal sampai pascatambang. Pada saat membuka tambang, sudah harus dipahami bagaimana menutup tambang. Rehabilitasi/reklamasi tambang bersifat progresif, sesuai rencana tata guna lahan pasca tambang.

Tahapan kegiatan perencanaan tambang meliputi penaksiran sumberdaya dan cadangan, perancangan batas penambangan (*final/ultimate pit limit*), pentahapan tambang, penjadwalan produksi tambang, perancangan tempat penimbunan (*waste dump design*), perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja, perhitungan biaya modal dan biaya operasi, evaluasi finansial, analisis dampak lingkungan, tanggung jawab sosial perusahaan (*Corporate Social Responsibility*) termasuk pengembangan masyarakat (*Community Development*) serta penutupan tambang.

Dalam perencanaan tambang, sejak awal sudah dilakukan upaya yang sistematis untuk mengantisipasi perlindungan lingkungan dan pengembangan pegawai dan masyarakat sekitar tambang. Kegiatan penambangan pada umumnya memiliki tahap-tahap kegiatan sebagai berikut :

- Eksplorasi
- Pembangunan infrastuktur, jalan akses dan sumber energi
- Pembangunan kamp kerja dan kawasan pemukiman
- Ekstraksi dan penempatan limbah batuan
- Pengolahan bijih dan operasional pabrik pengolahan
- Penampungan *tailing*, pengolahan dan pembuangannya.

Pengaruh penambangan pada aspek lingkungan terutama berasal dari tahapan ekstraksi dan pembuangan limbah batuan, dan pengolahan bijih serta operasional pabrik pengolahan (Suprpto, 2009).

## 2.2. Reklamasi Lahan Bekas Tambang

Dalam 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 peruntukannya.

Reklamasi lahan tambang meliputi proses penutupan tambang yang disertai dengan kegiatan pengaturan kembali kontur lahan agar diperoleh kondisi stabil, dan melakukan revegetasi pada lahan yang telah distabilisasi. Reklamasi lahan tambang menjadi bagian penting dari suatu siklus hidup tambang karena tuntutan masyarakat terhadap lingkungan yang lebih bersih dan berdayaguna (Iskandar, 2008).

Lebih lanjut Iskandar (2008) menjelaskan jika lahan sebagai media tumbuh tanaman telah disiapkan dengan baik, maka kegiatan selanjutnya adalah revegetasi. Revegetasi umumnya dimulai dengan menanam tanaman penutup tanah yang cepat berkembang, yaitu agar tanah terlindungi dari bahaya erosi dan meningkatkan kadar bahan organik tanah secara merata. Tanaman penutup tanah adalah tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan/atau untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah (Arsyad, 1989). Pemilihan jenis tanaman penutup tanah dan jenis tanaman *pioneer* sangat menentukan keberhasilan rehabilitasi pascatambang. Tanaman penutup yang baik adalah yang memiliki kriteria seperti mudah ditanam, cepat tumbuh dan rapat, bersimbiosis dengan bakteri ataupun fungi yang menguntungkan (*rhizobium*, *azospirillum* dan mikoriza), menghasilkan biomassa yang melimpah dan mudah terdekomposisi, tidak berkompetisi dengan tanaman pokok dan tidak melilit (Ambodo, 2008).

Leguminosa lebih sesuai untuk dijadikan tanaman penutup tanah dan pupuk hijau, oleh karena dapat menambah nitrogen tanah dan perakarannya tidak memberikan kompetisi yang berat terhadap tanaman pokok (Arsyad, 1989). Salah satu tanaman kacang-kacangan yang dapat berfungsi sebagai tanaman penutup tanah adalah *Mucuna sp.* Tanaman ini merupakan tanaman merambat yang sangat cepat pertumbuhannya dan memiliki perakaran yang dalam serta daun-daun yang lebar. Tanaman ini juga dapat digunakan untuk rehabilitasi lahan yang kondisi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



### 2.3. Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah adalah semua fraksi bukan mineral sebagai komponen penyusun tanah, biasanya merupakan timbunan dari setiap sisa tumbuhan, binatang dan jasad mikro baik sebagian atau seluruhnya mengalami perombakan (Soepardi, 1983). Bahan organik secara morfologi dapat dibedakan sebagai bahan kasar (segar) yang masih memperlihatkan adanya serat-serat tanaman, dan bahan organik halus (terdekomposisi) di mana struktur tanaman sudah tidak dapat dikenali lagi. Bahan organik kasar terutama penting dalam

tanahnya padat. Tanah yang padat dapat menghambat perkembangan akar, memperkecil porositas dan menghambat infiltrasi serta meningkatkan laju aliran permukaan dan memperbesar erosi, sehingga lapisan tanah dan bahan organik terkikis (Suwardjo *et al.*, 1989).

Penanaman tanaman penutup tanah (*cover crop*) dilakukan sebagai tahap awal untuk mencapai tujuan akhir dari kegiatan reklamasi. Tanaman penutup tanah yang biasa digunakan untuk reklamasi di antaranya adalah *Centrosema pubescens*, *Pueraria javanica*, *Calopogonium sp.* dan *Mucuna sp.* Tanaman ini ditanam dengan tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Tahap selanjutnya adalah penanaman *fast growing plant* (tanaman *pioneer*), seperti akasia dan sengon yang telah terbukti adaptif pada konsisi lahan bekas tambang. Dengan dilakukannya penanaman tanaman *pioneer* tersebut minimal dapat mengubah iklim mikro pada lahan bekas tambang tersebut. Setelah tercipta iklim mikro yang sesuai, maka dapat dilanjutkan dengan penanaman tanaman asli (*indigenous plant*) yang merupakan tanaman asli yang tumbuh pada wilayah tersebut sebelum dilakukannya kegiatan tambang (Suprpto, 2009).

Lebih lanjut Suprpto (2009) menjelaskan bahwa untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman pada lahan bekas tambang, dapat ditentukan dari persentasi daya tumbuhnya, persentasi penutupan tajuknya, pertumbuhannya, perkembangan akarnya, penambahan spesies pada lahan tersebut, peningkatan humus, pengurangan erosi, dan fungsi sebagai filter alam. Dengan cara tersebut, maka dapat diketahui sejauh mana tingkat keberhasilan yang dicapai dalam merestorasi lahan bekas tambang.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



hubungannya dengan sifat fisik tanah, seperti bobot isi, struktur dan ruang pori tanah dan sifat biologi tanah terutama dalam kaitannya dengan kegiatan mikroorganisme tanah. Sebaliknya bahan organik halus, terutama yang telah memiliki sifat-sifat koloidal, dapat mempengaruhi baik sifat fisik, kimia maupun biologi tanah (Anwar dan Sudadi, 2004).

Anwar dan Sudadi (2004) menjelaskan lebih lanjut bahwa proses degradasi, dekomposisi dan resistensi bahan organik dan senyawa-senyawa yang dikandungnya mengarah kepada pembentukan senyawa yang relatif lebih stabil dan tidak dengan mudah untuk mengalami dekomposisi lebih lanjut. Dikarenakan proses perombakan bahan organik ini menghasilkan bahan organik akhir yang disebut humus atau sekarang lebih dikenal dengan senyawa humat. Proses ini disebut sebagai proses humifikasi. Senyawa humat inilah merupakan penyusun koloid organik tanah.

Menurut Soepardi (1983) bahan organik tanah dapat ditambahkan ke tanah melalui beberapa cara antara lain dengan pemberian pupuk hijau dan pupuk kandang. Memberikan mulsa secara teratur dapat mempertahankan dan menaikkan kadar bahan organik tanah.

#### 2.4. Kondisi Lahan Bekas Tambang Pasir Besi

Endapan pasir besi di Indonesia dijumpai di pesisir pantai selatan Jawa. Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah, tepatnya di lokasi penambangan pasir besi yang secara administrasi masuk dalam wilayah Kutoarjo. Kegiatan penambangan pasir besi di Kutoarjo, Kabupaten Purworejo telah memberikan dampak yang signifikan terhadap perubahan lingkungan. Lingkungan yang terdegradasi dan dibiarkan dalam jangka waktu yang panjang secara potensial dapat menyebabkan erosi tanah, kehilangan biodiversitas, berkurangnya habitat hewan liar, dan degradasi daerah penampung air. Tekstur tanah pada lahan bekas tambang pasir besi didominasi oleh partikel pasir. Tekstur semacam ini menyebabkan tanah menjadi porous, sehingga kapasitas menahan airnya rendah. Tekstur kasar juga menyebabkan tanah memiliki kemampuan yang sangat rendah dalam menyediakan unsur-unsur hara tersedia untuk keperluan tanaman. Kondisi ini sangat menyulitkan dalam

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

mengembangkan teknologi reklamasi yang mudah dan murah (Djajakirana *et al.*, 2009).

## 2.5. Ameliorasi Lahan

Penambangan adalah kegiatan dengan penggunaan lahan yang bersifat sementara. Oleh karena itu lahan pascatambang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan produktif lain. Untuk memanfaatkan lahan pascatambang, maka harus ada upaya untuk memulihkan kembali lahan yang telah rusak akibat dari kegiatan penambangan tersebut. Upaya perbaikan lahan bekas tambang dilakukan melalui program reklamasi lahan.

Secara teknis usaha reklamasi lahan bekas tambang dimulai dengan kegiatan *landscaping* dari lubang-lubang bekas tambang. Hal ini dilakukan agar diperoleh suatu bentuk wilayah dengan kemiringan lereng yang stabil yang dilengkapi dengan saluran-saluran drainase dan bangunan-bangunan konservasi untuk mencegah erosi. Untuk mencapai tujuan tersebut, lubang tambang ditutup dengan berbagai material yang dikupas pada saat ekskavasi awal lubang tambang. Hasil dari kegiatan *landscaping* di atas umumnya baru memenuhi persyaratan stabilitas lereng dari segi geologi saja, namun belum memenuhi syarat sebagai media pertumbuhan tanaman. Meskipun bagian permukaan lahan hasil *landscaping* telah ditaburi atau ditutup kembali dengan “tanah pucuk” (*top soil*), umumnya sifat kimia-fisik tanah tidak subur (Djajakirana *et al.*, 2009).

Untuk memperbaiki tanah-tanah bekas tambang yang tidak subur, maka diperlukan penambahan bahan amelioran. Tergantung kepada karakteristik tanahnya, berbagai bahan amelioran dapat dimanfaatkan, seperti kapur, abu terbang (*fly ash*), bahan organik, tepung batuan dan lain-lain. Kapur dan abu terbang digunakan untuk meningkatkan pH tanah. Abu terbang juga dapat meningkatkan kandungan unsur-unsur hara (Iskandar *et al.*, 2008). Bahan amelioran lain yang umum digunakan adalah bahan organik. Bahan ini erat kaitannya dengan kondisi ideal tanah, baik secara fisik, kimia dan biologi yang selanjutnya menentukan produktivitas suatu tanah (Wander *et al.*, 1994). Bahan organik merupakan sumber energi bagi aktivitas mikroorganisme tanah tertentu.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Adanya bahan makanan (sumber C), baik dalam bentuk organik maupun anorganik sangat menentukan tingkat populasi, keragaman dan aktivitas mikroorganisme. Semakin besar peningkatan input residu tanaman, semakin besar peningkatan biomassa mikroorganisme tanah pada lapisan atas (Rasiah dan Kay, 1999).

Bahan organik dapat diaplikasikan sebagai mulsa (disebar di permukaan tanah) atau diinkorporasikan dengan tanah. Perbedaan cara pemberian sangat menentukan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dan berdampak pada perubahan kadar bahan organik tanah. Pencampuran bahan organik dengan tanah terjadi pada saat dilakukan pengolahan tanah, sedangkan penyebaran bahan organik di permukaan tanah sebagai mulsa umumnya dikaitkan dengan penerapan pengolahan tanah minimum (Rachman *et al.*, 2004). Perubahan kadar bahan organik dalam tanah sangat ditentukan oleh kualitas bahan organik, terutama kandungan lignin, selulosa dan unsur hara, sehingga memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap sifat-sifat tanah (Oyedele *et al.*, 1999). Lignin dan selulosa merupakan senyawa organik pada tanaman yang menghasilkan C-organik di mana lignin tergolong senyawa yang sukar didekomposisi, sedangkan selulosa lebih mudah didekomposisi (Stevenson, 1982).

Jenis tanaman yang banyak digunakan sebagai sumber bahan organik *in situ* adalah dari famili *Leguminoceae* atau kacang-kacangan dan jenis rumput-rumputan (rumput gajah). Jenis tersebut dapat menghasilkan bahan organik lebih banyak, daya serap haranya lebih besar dan mempunyai bintil akar yang membantu mengikat nitrogen dari udara. Jenis kacang, seperti koro benguk (*Mucuna pruriens*) dapat menghasilkan biomassa sebanyak sekitar 15 ton berat kering/ha/tahun (Ardiyanto, 2009). Tanaman ini juga mempunyai kadar selulosa paling rendah (31.14%), namun kadar ligninnya cukup besar yaitu 12,08% (Nurida *et al.*, 2007). Rumput gajah (*Pennisetum purpureum* Schumach.) menghasilkan biomassa lebih banyak lagi, yaitu 20-40 ton bahan kering /ha/tahun. Tanaman lainnya yang juga sering dimanfaatkan untuk peningkatan kadar bahan organik *in situ* adalah flemingia (*Flemingia congesta*). Tanaman ini memiliki kadar lignin yang tinggi yaitu 19,65% dan kadar selulosa sebesar 34,37%. Dengan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



demikian, ditinjau dari nisbah lignin/selulosa, flemingia akan lebih sulit didekomposisi (Nurida *et al.*, 2007).

Kondisi lahan berpasir yang ekstrim menyebabkan tanaman sulit tumbuh karena berbagai faktor pembatas. Namun menurut Buckles *et al.* (1998) beragam jenis *Mucuna* spp. menunjukkan toleransi yang wajar terhadap beberapa cekaman abiotik, seperti kekeringan, kesuburan tanah yang rendah dan kemasaman tanah yang tinggi, walau jenis ini sensitif terhadap suhu ekstrim dingin dan tumbuh buruk pada kondisi dingin atau lahan basah. Jenis ini sangat baik berkembang di suhu yang hangat, kondisi lembab, pada ketinggian 1.500 m dpl dan di area dengan curah hujan tinggi. Dalam lingkungan seperti itu, rambatan tanaman bisa mencapai 10 m dan tutupan kanopi mampu tumbuh setinggi satu meter di atas permukaan tanah. Robertson *et al.* (2004) menuliskan biji koro benguk adalah satu spesies legum yang menjanjikan untuk digunakan sebagai pupuk hijau. Sifat beracun tanaman ini membatasi penggunaannya sebagai pangan namun kompos yang kaya membuatnya menarik sebagai pupuk hijau.

Hak cipta dilindungi undang-undang  
© Hak cipta dilindungi undang-undang  
IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.