

**ALTERNATIF TEKNIK REHABILITASI LAHAN TERDEGRADASI PADA
LAHAN BEKAS GALIAN INDUSTRI**
(Alternative Rehabilitation Technique on ex-Industrial Land)

La Ode Asir

Balai Penelitian Kehutanan Manado
Jl. Raya Adipura Kelurahan Kima Atas Kecamatan Mapanget Kota Manado
E- mail : bpk_mdo@yahoo.com /asier_kawanua@rocketmail.com

ABSTRACT

Government efforts to overcome the increased size of marginal lands have been conducted since 1976 and marked with the enactment of presidential instruction on greening and reforestation. However, this effort has not been significantly successful in the improvement of critical land in Indonesia. The opened area has not been immediately followed by optimal reclamation. For this purpose, it is required the selection of vegetation types able to grow in the open, nutrient-poor soil that might contain chemicals toxic to plants. Local species are recommended in a through silviculture technology.

Keywords: rehabilitation, mining, reclamation, South Sulawesi

ABSTRAK

Upaya pemerintah dalam rangka menanggulangi bertambah luasnya lahan kritis, telah dilakukan sejak tahun 1976 yang ditandai dengan berlakunya INPRES Penghijauan dan Reboisasi, namun upaya ini belum banyak memberikan kontribusinya terhadap perbaikan lahan-lahan kritis di Indonesia. Salah satu aktivitas yang menyebabkan kritisnya suatu wilayah adalah penambangan secara terbuka yang tidak diikuti dengan segera upaya reklamasi yang optimal. Untuk merehabilitasi lahan terdegradasi bekas galian industri (tambang semen dan batu apung), diperlukan pemilihan jenis-jenis penyubur tanah yang mampu tumbuh ditempat terbuka pada lahan yang miskin hara dan mengandung bahan kimia yang bersifat racun bagi tanaman. Setelah itu dilakukan upaya seksama dalam menerapkan teknologi silvikultur seperti pemilihan jenis tanaman yang dapat

beradaptasi baik pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan atau jenis pohon andalan setempat.

Kata kunci: rehabilitasi, tambang, reklamasi, Sulawesi Selatan

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berbagai aktivitas manusia seperti pembukaan hutan untuk pertanian, penambangan, dan pemukiman dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti rusaknya vegetasi hutan sebagai habitat satwa, hilangnya jenis-jenis flora dan fauna endemik langka sebagai sumber plasma nutfah potensial, rusaknya sistem tata air (*watershed*), meningkatnya laju erosi permukaan, menurunnya produktivitas dan stabilitas lahan (*degradasi*) serta biodiversitas flora dan fauna. Upaya pemerintah dalam rangka menanggulangi bertambah luasnya lahan kritis, telah dilakukan sejak tahun 1976 yang ditandai dengan berlakunya INPRES Penghijauan dan Reboisasi, namun upaya ini belum banyak memberikan kontribusinya terhadap perbaikan lahan-lahan kritis di Indonesia. Ini mencerminkan rendahnya tingkat kesadaran masyarakat terhadap upaya penanggulangan lahan kritis, hal ini ditandai dengan telah berlangsungnya usaha pemulihan, namun disisi lain berlangsung pula konversi pola penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi secara besar-besaran. Sehingga dari tahun ketahun kondisi lahan kritis di Indonesia terus bertambah.

Aktivitas penambangan bahan galian industri (tambang semen dan batu kapur) untuk pemenuhan bahan baku dari sebuah industri menimbulkan hamparan lahan yang terbuka. Ancaman terjadi pada kondisi fisik maupun kimia tanah serta bahaya erosi yang dikuatirkan akan mempengaruhi mutu perairan sungai-sungai di sekitar lokasi penambangan. Salah satu aktivitas yang menyebabkan kritisnya suatu wilayah adalah penambangan secara terbuka yang tidak diikuti dengan segera upaya reklamasi yang optimal. Pembukaan wilayah penambangan batu kapur, batu apung, dan jenis penambangan lainnya umumnya dibiarkan dengan mengharapakan proses suksesi alami dapat terjadi di daerah tersebut.

Umumnya akibat yang terjadi adalah peningkatan kandungan unsur tertentu yang bersifat toksik bagi tanaman. Kerusakan ini diikuti oleh perubahan jenis tanaman yang mampu bertahan hidup di daerah itu. Berbagai jenis tanaman merambat maupun jenis tanaman seperti perdu-perdu atau pohon-pohon tertentu lainnya secara suksesi alami akan berlangsung sangat lambat sehingga menjadi lahan yang tidak produktif dalam waktu yang lama.

Untuk merehabilitasi lahan terdegradasi bekas tambang semen maupun batu apung, diperlukan pemilihan jenis-jenis penyubur tanah yang mampu tumbuh ditempat terbuka pada lahan yang miskin hara dan mengandung bahan kimia yang bersifat racun bagi tanaman. Setelah itu dilakukan upaya seksama dalam menerapkan teknologi silvikultur seperti pemilihan jenis tanaman yang dapat beradaptasi baik pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, atau jenis pohon andalan setempat. Sebelum dilakukan rehabilitasi terhadap lahan terdegradasi tersebut, terlebih dahulu perlu diketahui informasi atau data dasar mengenai karakteristik lahan, khususnya pada daerah penambangan. Karakteristik lahan ini hanya diperoleh dalam suatu evaluasi lahan, yaitu proses pendugaan potensi lahan untuk macam-macam alternatif penggunaannya. Tujuan dalam merehabilitasi lahan terdegradasi pasca tambang pada prinsipnya harus bersifat sebagai berikut (Arsyad, 1995)

1. *Protektif*, yakni memperbaiki stabilitas lahan, mempercepat penutupan tanah, dan mengurangi *surface run off* dan erosi.
2. *Produktif*, yakni dapat terjadi peningkatan kesuburan tanah (*soil fertility*) yang lebih efektif, sehingga dapat diusahakan bukan hanya tanaman kayu tetapi juga tanaman non kayu.
3. *Konservatif*, yakni membantu mempercepat terjadinya proses suksesi alami kearah peningkatan biodiversity spesies lokal, serta penyelamatan dan pemanfaatan jenis tanaman potensial.

B. PERMASALAHAN

Kegiatan penambangan khususnya di Indonesia pada umumnya meninggalkan lahan terbuka (kritis) yang terus meningkat setiap tahunnya,

sementara upaya memperbaikinya melalui upaya reklamasi terhadap lahan-lahan tersebut belum menunjukkan hasil yang memuaskan. Hal ini disebabkan oleh adanya berbagai faktor pembatas antara lain miskin hara, miskin bahan organik, WHC rendah, aktivitas mikroorganisme rendah, dan kandungan logam berat terutama Cu, Zn, Mn, dan Fe rata-rata tinggi. Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut perlu diusahakan teknologi alternatif yang dapat dilakukan diantaranya adalah pemilihan jenis tanaman yang adaptif, pemanfaatan mikroorganisme yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman, serta aplikasi *topsoil* dan *soil conditioner*. Setiap aspek ini saling berkaitan sehingga penelitian-penelitian yang terkait dengan aspek tersebut perlu terus dikembangkan. Dalam tulisan ini dibahas pendekatan dengan pemilihan beberapa teknik rehabilitasi lahan terdegradasi pasca tambang bahan baku galian industri (dalam hal ini, semen dan batu apung) yang telah mengalami kerusakan berat, dan pemanfaatan mikroorganisme melalui penggunaan cendawan mikoriza.

II. KARAKTERISTIK LAHAN KRITIS PASCA TAMBANG

Berbagai kekurangan serta kendala yang menjadi masalah dalam upaya revegetasi lahan pasca tambang disebabkan oleh kondisinya yang marginal bagi pertumbuhan tanaman. Untuk mengetahui hal ini maka yang perlu diketahui adalah karakter fisik, kimia, dan biologi tanah.

A. Kondisi Fisik Tanah

Aktivitas manusia dalam kegiatan penambangan secara terbuka menyebabkan terjadinya perubahan yang cenderung merusak struktur, tekstur, porositas, dan *bulk density*. Karakter-karakter fisik tanah ini merupakan bagian yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Kondisi tanah menjadi kompak akibat dari pemadatan tanah menyebabkan buruknya sistem tata air (*water infiltration and percolation*) dan peredaran udara (*aerasi*) yang secara langsung dapat membawa dampak negatif terhadap fungsi dan perkembangan akar. Akar yang berfungsi sebagai alat absorpsi unsur hara akan terganggu dan akibatnya tanaman tidak akan berkembang dengan normal tetapi tetap kerdil atau tumbuh merana.

Selain pemadatan juga akan terjadi rusaknya struktur dan tekstur yang menyebabkan tanah tidak dapat berfungsi untuk meresapkan dan sebagai penyimpan air dimusim penghujan, sehingga aliran permukaan (*surface run off*) akan menjadi tinggi yang berakibat pada timbulnya erosi. Sebaliknya pada musim kemarau tanah-tanah seperti ini menjadi lebih kompak, padat, dan keras sehingga memerlukan tenaga yang banyak untuk proses pengolahannya. Hal ini akan berdampak pada peralatan dan kebutuhan akan tenaga kerja yang berujung pada penggunaan biaya yang tinggi.

B. Kondisi Kimia Tanah

Menurut Bradshaw, (1983) dalam Delvian (2004) bahwa lapisan atas profil tanah merupakan sumber unsur-unsur hara makro dan mikro esensial bagi pertumbuhan tanaman. Lapisan tanah ini berfungsi sebagai sumber bahan organik untuk menyokong kehidupan mikroba. Hilangnya lapisan tanah atas (*topsoil*) merupakan suatu indikasi buruknya tingkat kesuburan tanah pada lahan-lahan bekas pertambangan apalagi proses pembentukannya memakan waktu hingga ratusan tahun.

Di beberapa areal bekas penambangan bahan baku semen (kapur) maupun batu apung, kendala umum dan paling utama ditemukan adalah ketersediaan unsur hara yang esensial seperti nitrogen dan fosfor, toksisitas mineral kemasaman tanah atau pH tanah yang tidak normal, dapat terjadi rendah atau sebaliknya. Lahan-lahan bekas tambang bahan baku semen, biasanya merupakan campuran dari berbagai bentuk bahan galian yang ditimbun satu dengan yang lainnya dan dengan komposisi campuran yang sangat berbeda antara satu tapak dengan tapak lainnya. Dengan demikian maka kondisi tanah menjadi sangat bervariasi dalam hal reaksi tanah (pH) dan kandungan unsur haranya. Terkadang oleh karena ekstrimnya variasi ini maka kita sering dihadapkan pada sulitnya menentukan takaran *soil amendment* atau *soil ameliorant* yang perlu diberikan guna perbaikan kondisi tanah.

C. Kondisi Biologi Tanah

Aktivitas pengambilan lapisan tanah permukaan (*topsoil*) dan serasah (*litter layer*) sebagai sumber karbon untuk mendukung kehidupan mikroba

potensial menjadi penyebab utama buruknya kondisi populasi mikroba tanah yang akan mempersulit proses pertumbuhan tanaman. Keberadaan mikroba tanah potensial berperan sangat penting bagi perkembangan tanaman. Aktivasinya tidak saja terbatas pada penyediaan unsur hara, tetapi juga aktif dalam dekomposisi serasah serta perbaikan struktur tanah. Jenis-jenis mikroba tanah yang memberikan banyak manfaat diantaranya bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat. Selain bakteri, cendawan mikoriza lazim digunakan untuk memperbaiki kondisi biologi tanah. Kehidupan beberapa jenis tanaman juga sangat tergantung pada jenis cendawan ini (Vogel, 1987 *dalam* Delvian, 2004). Dengan cara tersebut maka daya hidup pertumbuhan tanaman pada lahan marginal dapat ditingkatkan.

III. TEKNIK REHABILITASI PADA LAHAN PASCA TAMBANG

A. Perbaikan Kondisi Tanah

Dalam penanggulangan lahan-lahan yang telah mengalami kerusakan akibat aktivitas penambangan (reklamasi) diperlukan beberapa teknik yang perlu diterapkan untuk mengatasi hal tersebut. Teknik yang dimaksud adalah sebagai berikut.

1. Perbaikan Ruang Tumbuh

Pada umumnya lahan-lahan pasca tambang mengalami pemadatan akibat dari penggunaan peralatan berat. Hal ini menjadi sulit untuk diolah, biasanya mempunyai sistem drainase dan aerasi yang buruk, sehingga akan mempengaruhi proses perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman. Penggalian batu apung meninggalkan permukaan tanah yang rusak, oleh karena penggalian yang dilakukan secara tradisional oleh masyarakat sehingga meninggalkan lubang-lubang yang dalam. Sebaliknya pada areal penambangan batu kapur, pasca penambangan umumnya meninggalkan bekas tapak yang terbiar. Permukaan areal sebagai ruang tumbuh didominasi dengan batu gamping. Bagian tanah hanya terdapat pada cekungan dan retakan batuan, sehingga ruang tumbuh menjadi sempit. Akibatnya vegetasi yang tumbuh pasca penambangan terbatas hanya pada

titik-titik tertentu. Proses pertumbuhan pun dapat terhambat akibat rusaknya struktur tanah serta hilangnya nutrisi tanah.

Untuk melakukan reklamasi dengan vegetatif pada kondisi lahan-lahan seperti ini maka disarankan untuk membuat lubang tanam dengan ukuran minimal 40 x 40 x 40 cm pada solum tanah dalam dan ringan atau 60 x 60 x 60 cm bahkan lebih besar pada tanah yang padat dan sulit dalam pengolahannya (Asir *et al.*, 2003). Dari beberapa percobaan di lapang ditemukan bahwa lubang yang dibuat di bawah 40 cm memberikan pengaruh buruk pada pertumbuhan tanaman yang dicobakan (Asir *et al.*, 2003). Tanaman umumnya mengalami perlambatan dalam pertumbuhannya dan pada fase tertentu akan mengalami stagnase pertumbuhan yang ditandai dengan keadaan tanaman tetap seperti pada kondisi semula (awal penanaman).

2. Pemberian Topsoil dan Bahan Organik

Salah satu upaya untuk memperbaiki areal penanaman pada lahan pasca tambang batu kapur adalah menutupi lapisan permukaannya dengan timbunan yang berasal dari *topsoil*. Ketebalan yang diperlukan antara 30 cm atau lebih, tergantung pada kondisi kepadatan batuan yang terdapat pada areal tersebut atau besarnya tingkat kerusakan lapisan permukaan. Hal ini dilakukan untuk merangsang lingkungan areal penanaman menjadi ruang yang lebih kondusif sebagai areal yang siap tanam. Penyediaan unsur-unsur yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman dapat terbentuk dalam waktu tertentu, lalu lubang-lubang tanaman pun dipersiapkan. Jika *topsoil* akan diberikan per lubang tanaman maka pada setiap lubang tanam yang telah dibuat harus dikeluarkan tanah asalnya lalu dicampur dengan top soil 1/2 hingga 2/3 dari volume lubang tanam. *Topsoil* menjadi penting oleh karena disamping sebagai sumber unsur hara makro dan mikro, bahan organik, dan sumber mikroba potensial, juga dapat berfungsi sebagai bahan untuk memperbaiki stuktur tanah sehingga dapat merangsang perkembangan akar pada tahap awal pertumbuhan. Pada tahap ini dapat pula ditambahkan bahan-bahan organik yang telah dikomposkan terlebih dahulu, untuk penambahan unsur hara dalam tanah.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Asir *et al.* (2003) di areal PT Semen Tonasa IV kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan melaporkan bahwa dengan mencobakan penanaman tanaman *cover crop* dengan jenis tanaman *Mucuna* sp (koro benguk) pada areal yang telah diberikan *topsoil* yang berasal dari daerah sekitarnya ternyata memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan (>90%) dibandingkan dengan penanaman dengan jenis tanaman yang sama di areal tanpa timbunan (<30%).

3. Pemupukan Dasar

Pemberian pupuk dasar merupakan suatu pekerjaan yang penting dalam upaya reklamasi lahan-lahan kritis pasca tambang. Pemupukan campuran Urea, TSP, dan KCL adalah 1:2:1 atau dengan dosis 125 gr, 250 gr, dan 125 gr per lubang tanaman. Pemberian dosis seperti ini telah dicobakan pada tanaman hutan *fast growing* dan menunjukkan respon pertumbuhan yang baik dalam jangka waktu 6 - 9 bulan (Setadi, 1996 *dalam* Delvian, 2004). Selanjutnya hasil pemberian pupuk kandang sebanyak 2 kg pada setiap lubang tanaman di areal pasca penambangan batu kapur di PT. Semen Tonasa IV Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan untuk jenis tanaman keras, menunjukkan hasil yang signifikan pada awal pertumbuhan. Demikian pula dengan hasil ujicoba di areal pasca tambang batu apung di Lombok Timur, yakni dengan memberikan pupuk kandang antara 4,4 kg/m², diperoleh hasil yang baik pada jenis tanaman penutup serta tanaman keras lainnya pada awal-awal pertumbuhan (Asir *et al.*,2003).

Untuk meningkatkan kualitas campuran maka disarankan campuran tadi setelah diaduk merata pada setiap lubang lalu dibiarkan selama 1 hingga 2 minggu sebelum penanaman dilakukan. Jika kondisi di area penanaman bersifat masam pH (<5), maka diperlukan pengapuran. Kapur dalam bentuk dolomit dapat diberikan sebanyak 100-150 gr per lubang tanam. Pemberian kapur yang telah dicampurkan dengan *topsoil* secara merata sebaiknya diberikan beberapa lama sebelum pemupukan dasar dilakukan.

4. Tanaman Penutup Tanah (*cover crop*)

Dalam cara vegetatif (biologis) yang tujuannya untuk konservasi tanah dan air pada lahan-lahan pasca tambang yang memiliki sifat fisik dan kimia buruk maka jenis tanaman penutup tanah (*cover crop*) dapat dimanfaatkan sebagai tanaman awal. Hal ini dilakukan dalam rangka pembentukan ruang tumbuh sebelum dilakukan penanaman dengan jenis tanaman-tanaman pilihan. Fungsi jenis tanaman ini adalah melindungi permukaan tanah dari tumbukan butir-butir hujan yang memiliki kemampuan sebagai pemecah (*dispersion*) dan penghancur agregat-agregat tanah, memperlambat aliran permukaan, memperkaya bahan organik dalam tanah, memperlambat aliran permukaan, serta menambah besarnya porositas tanah. Tanaman penutup tanah yang sekaligus dapat berfungsi sebagai pupuk hijau sudah banyak digunakan untuk memperbaiki lahan-lahan yang telah mengalami degradasi. Hal ini karena kemampuannya untuk *recycling* hara tanaman, perbaikan kelembaban tanah, regulasi temperatur tanah, perbaikan struktur tanah, dan pengontrolan erosi. Jenis tanaman yang sering dipakai adalah jenis legum kacang-kacangan karena kemampuannya dalam menghasilkan hijauan, kandungan N tinggi, dan mudah lapuk. Perakarannya pun tidak memberikan kompetisi yang berat terhadap tanaman pokok.

Dari beberapa jenis tanaman *cover crop* yang memiliki fungsi sebagai tanaman penutup tanah (sekaligus dapat sebagai pakan ternak) ialah *Centrosema pubescens* (CP) dan *Calopogonium muconoides* (CM) (Arsyad, 1999). Di lahan pasca tambang kapur salah satu jenis tanaman legum yang efektif adalah kacang koro benguk (*Mucuna* sp.), yang bersifat cepat tumbuh (3-4 bulan dapat menutup tanah dengan sempurna), memiliki budidaya yang lebih sederhana, dapat beradaptasi pada lahan-lahan tandus, daun dan batangnya bila ditanam dalam tanah dapat meningkatkan unsur hara, dan produktivitas tanah meningkat 3-4 kali setelah ditanami dengan jenis tanaman ini (BPPTP Ungaran, 1977). Penelitian yang sama melaporkan bahwa jenis tanaman ini memiliki kemampuan menutup tanah hingga 90% pada umur 140 hari. Sedangkan

hasil penelitian yang telah dilakukan di lahan kapur yang memiliki tingkat pH 9, tanaman ini mampu beradaptasi dengan cukup baik, dan setelah umur 100 hari dapat menutupi permukaan tanah hingga 80% (Asir *et al.*, 2003).

Selanjutnya hasil penelitian di lokasi bekas tambang batu apung biomassa yang dihasilkan tanaman penutup tanah jenis *Centrosema pubescens* (CP) dalam waktu 90 hari mencapai 3,15 kg/m² atau 31,54 ton/ha. Hasil analisis tanah menunjukkan adanya peningkatan kandungan bahan organik, N total dan KTK dalam tanah setelah adanya tanaman penutupan tanah tersebut. Demikian pula dengan sifat fisika tanah juga mengalami perbaikan seperti *bulk density*, suhu tanah, kadar air, permeabilitas, dan infiltrasi (Narendra *et al.*, 2004). Tabel 1 menggambarkan perubahan beberapa parameter kimia tanah setelah dilakukan uji coba penanaman tanaman *Mucuna* sp. dan *Centrosema pubescens* (sentro) sebagai tanaman penutup tanah. Terlihat perbedaan beberapa parameter unsur kimia tanah antara sebelum dan sesudah jenis tanaman *Mucuna* sp. dicobakan di areal pasca tambang batu kapur PT. Semen Tonasa IV Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan. Jenis tanaman *Centrosema pubescens* (CP) yang dicobakan di areal bekas tambang batu apung di Lombok Timur NTB telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ruang tumbuh. Selain itu di bawah tumpukan sentro terdapat berbagai jenis hewan tanah dan jamur baik di bawah maupun di permukaan tanah; dan pada bagian akar banyak dijumpai adanya bintil-bintil akar sebagai penambat nitrogen. Tanaman penutup tanah yang sekaligus berfungsi sebagai pupuk hijau sudah banyak dimanfaatkan untuk memperbaiki lahan-lahan yang telah mengalami degradasi.

Tabel (Table) 1. Hasil analisis sampel tanah pada jenis tanaman cover crop, (BP2TPDAS,2004). (The result of soil sample analysis on cover crop species)

No	Parameter	Mucuna sp.		Centrosema pubescens (CP)	
		Sebelum Tanam (before planting)	Sesudah Tanam (After planting)	Sebelum Tanam (before planting)	Sesudah Tanam (After planting)
1	C-organik (%)	0,28	1,74	1,54	2,32
2	Bahan Organik (%)	0,49	3,03	2,68	4,04
3	N total (%)	0,05	0,25	0,08	0,12
4	P (tersedia) ppm	85	12	18.94	16,63
5	K (cmol/kg)	3	0,17	0,32	0,15
6	Ca (cmol/kg)	9,06	5,34	5,87	5,37
7	Mg (cmol/kg)	0,25	-	4,85	3,51
8	Na (cmol/kg)	0,09	-	0,225	0,172
9	KTK (cmol/kg)	8,66	16	13	24

Tabel (Table) 2. Kemampuan menutup tanah beberapa jenis tanaman kacang-kacangan, sebagai tanaman penutup tanah, BPPTP Ungaran (1997). (The ability to land covered with several legumes, land covering as soil cover crop.)

No	Jenis (Species)	Penutup tanah (Land covered)	
		(%)	Umur (hari) Age (day)
1.	Kacang hijau (<i>vigna radiata</i>)	25	73
2.	Kacang tunggak (<i>Vigna unguilata</i>)	60	73
3.	Gude (<i>Cajanus Cajan</i>)	70	143
4.	Kacang Pedang (<i>Canavalia sp.</i>)	80	160
5.	Komak (<i>Dolichos lablab</i>)	90	187
6.	Kacang Koro Benguk (<i>Mucuna sp.</i>)	90	140



Gambar (Figure) 1. *Mucuna* sp. umur 21 hari dan 100 hari di areal pasca tambang PT.Semen Tonasa IV Kab Pangkep Sulawesi Selatan. (*Mucuna* sp. aged 21 days and 100 days in ex mining area by PT. Semen Tonasa IV, Regency Pangkep South Sulawesi).

Kelebihan *Mucuna* sp. menurut Irianto *et.al.* (1990) adalah sebagai berikut.

1. Daya menutup tanah sangat cepat (kuang lebih 1 bulan)
2. Hasil hijauannya tinggi
3. Mampu menekan pertumbuhan alang-alang mendekati nol
4. Menggemburkan tanah sehingga lebih mudah diolah
5. Mampu memulihkan produktivitas tanah dalam waktu cepat

Tanaman ini juga mampu memfiksasi nitrogen dari dalam tanah dan penahan erosi karena daunnya mampu menutup tanah dengan sempurna (BPTP, Ungaran 1997). Hijauan juga cukup banyak mencapai 9,22 ton/ha selama satu musim tanam (Suwarjo *et al.*, 1989 dalam Purnomo *et al.*, 1992).

Menurut FAO (1990) dalam Plant, USDA, (2002) selama kurun waktu 1 tahun Koro benguk dapat menghasilkan 35 ton/ha dan menggantikan 150 kg N/ha. Hijauan yang dikembalikan kedalam tanah dapat memperbaiki sifat fisik, menekan laju erosi dan meningkatkan kandungan bahan organik. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh BP2TP DAS IBT Makassar ditemukan bahwa pada areal pasca tambang batua pung di Lombok Timur, NTB jenis tanaman penutup tanah *Centrosema pubescens* (CP), memiliki kemampuan menutup permukaan tanah yang tertinggi jika dibandingkan usia 30 hari CP memiliki

kemampuan menutup tanah rata-rata 0,075 m², dan berturut-turut CM, 0,063 m² serta CC, 0,070 m², (Narendra 2004). Berat dari masing-masing jenis tanaman berkaitan erat dengan kemampuan tanaman menyediakan bahan organik, untuk CP dalam 10 diperkirakan dapat mencapai hingga 1770 kg atau setara dengan 13,2 kg N dan P₂O₅ tersedia (1,03%). Menurut Arsyad (1989), dalam kondisi yang baik CP dapat dihasilkan hingga 400 kuintal/ha atau setara dengan 400-500 kg N (1,125%) dan P₂O₅tersedia (0,088%), sedangkan jenis CM dalam usia 5 - 6 bulan mampu menghasilkan 200 kuintal/ha atau setara dengan 200-300 kg N dan P₂O₅tersedia 20 – 30 kg.

B. Pemanfaatan Cendawan Mikoriza

Hasil penelitian yang menjelaskan tentang manfaat mikoriza pada lahan-lahan bekas tambang belum banyak dilakukan, demikian pula dari hasil penelitian yang tersedia masih sulit diinterpretasikan karena berbagai kelemahan dan kurang telitinya kuantifikasi status mikoriza pada sistem perakaran, kegagalan alam menentukan keberadaan simbiosis yang diintroduksi ataupun metode statistik dari desain eksperimen yang kurang tepat. Namun demikian manfaat mikoriza pada lahan-lahan bekas penambangan harus ditunjukkan secara jelas untuk membuat kebijaksanaan praktek pengelolaan lahan bekas tambang. Dibeberapa penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa simbiosis mikoriza dapat dijadikan suatu pertimbangan teknis untuk menentukan cara yang efektif dalam mencapai tujuan akhir dalam pelaksanaan reklamasi lahan-lahan pasca tambang.

Di Indonesia pemanfaatan cendawan mikoriza akhir-akhir ini terus dikembangkan. Schramm (1996) dalam Delvian (2004) menyimpulkan pentingnya mikoriza dalam rehabilitasi lahan pertambangan batubara di Pennsylvania. Lahan-lahan tersebut telah berusia antara 30-36 tahun, temperatur permukaan mencapai lebih dari 60°C pada musim panas, kemasaman tanah serta kelembaban yang kurang merupakan faktor pembatas utama pertumbuhan tanaman-tanaman muda. Penambahan fosfor tidak mengurangi gejala defisiensi dan kombinasi pupuk nitrogen dan

fosfor tidak lebih baik dari pemberian nitrogen sendiri. Bibit-bibit yang tidak bermikoriza sangat respon terhadap pemberian nitrogen, tetapi setelah pemupukan pertumbuhan akan berhenti dan gejala defisiensi akan terjadi lagi. Reklamasi lahan bekas tambang dengan tanaman non-fiksasi nitrogen hanya mungkin dengan pengaturan lingkungan mikro sekitar batang dan membuat sistem perakaran bibit yang bermikoriza.

Beberapa literatur yang menjelaskan tentang mikoriza bahwa pemberian mikoriza terdapat beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan tanaman muda tanpa mikoriza. Hal ini ditunjukkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Marx (1975), Berry (1978), dan Artman (1979) dalam Delvian (2004) yang menyatakan bahwa bibit-bibit yang diinokulasi dengan mikoriza memperlihatkan pertumbuhan yang signifikan jika dibandingkan dengan bibit yang terinfeksi secara alami. Di samping itu bibit-bibit tersebut memiliki daya tahan hidup yang tinggi. Sedangkan bibit-bibit yang diinokulasi dengan *Pisolithus* mempunyai kemampuan hidup yang lebih baik daripada bibit-bibit yang diinokulasi dengan *Thelephora*, setelah 3-4 tahun masa tanam.

Penambahan *topsoil* dalam jumlah kecil, penambahan kapur dan NH_4NO_3 diperlukan untuk membantu inokulum mikoriza VA. Perlakuan ini menjadi sangat efektif bagi infeksi mikoriza yang dapat mencapai 90%. Pertumbuhan dan ketahanan ketiga spesies tersebut meningkat dengan jelas dengan perlakuan mikoriza, sedangkan pada penelitian yang terpisah diperoleh bahwa fosfor membatasi pertumbuhan tanaman dan kombinasi pemupukan fosfor dan top soil memberikan pertumbuhan yang lebih baik dibanding dengan pemberian secara terpisah. Dari hasil-hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa introduksi mikoriza VA pada tanah-tanah pasca tambang akan sangat berguna jika:

- inokulum tidak cukup atau simbiosis indigen tidak dapat beradaptasi,
- ketersediaan fosfor di dalam tanah rendah dan
- spesies yang dipilih untuk revegetasi, respon terhadap inokulasi mikoriza VA.

Seringkali dilaporkan bahwa lahan-lahan pasca tambang terdapat kandungan logam yang beracun dalam konsentrasi yang tinggi, sehingga

ada yang berpendapat bahwa mikoriza dapat mengurangi toksisitas dan meningkatkan toleransi tanaman pada lahan-lahan yang terkontaminasi. Hasil penelitian Braley (1982) dalam Delvian (2004) melaporkan bahwa mikoriza dapat dipertanggungjawabkan dalam aplikasinya terhadap kolonisasi tanaman pada lahan-lahan yang memiliki karakteristik yang tinggi terhadap kandungan logam-logam berat. Sebaliknya, tanaman bermikoriza VA biasanya ditemukan pada lahan-lahan dengan tingkat kemasaman yang tidak terlalu rendah (tanah-tanah pertanian) dan tidak terekspos pada logam-logam beracun dengan level tinggi. Akan tetapi simbiosis mikoriza VA dapat beradaptasi pada lahan-lahan yang terkontaminasi dengan logam-logam berat. Untuk menjamin penggunaan cendawan mikoriza secara rutin dalam pelaksanaan reklamasi atau revegetasi, maka cara-cara penggunaan inokulum cendawan mikoriza dilakukan sebagai berikut (Delvian, 2004).

1. Mikoriza, Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) dapat diaplikasikan untuk semua jenis tanaman, terkecuali tanaman pinus dan Dipterocarpaceae, Keberadaan CMA menunjukkan dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan, daya hidup dan kelangsungan pertumbuhan pada saat semai hingga dipindahkan ke lapangan, (Delvian, 2004). Dengan demikian penggunaan CMA pada jenis-jenis tanaman terpilih dapat diterapkan.
2. Isolat CMA. *Gigasporarosea* (FL-105), *Glomus etunicatum* (NPI), *Glomus manihotis* (INDO-2) merupakan Isolat CMA yang telah teruji efektif dapat dipergunakan di lahan-lahan bekas tambang, seperti pertambangan nikel dan batubara.
3. Teknik Inokulasi CMA. Terdapat dua cara inokulasi CMA yang telah umum dilakukan pada tanaman kehutanan, yaitu teknik pra-inokulasi dan inokulum layering. Teknik pra-inokulasi dilakukan jika inokulum yang dipakai masih baru (*fresh*) dan biji yang akan diinokulasi relatif kecil, seperti pada biji sengon, akasia, laban, dan ekaliptus. Sedangkan cara inokulum layering dapat diterapkan jika inokulum CMA telah mengalami penyimpanan selama 3-6 bulan dan juga biji yang akan diinokulasi relatif

besar, seperti pada jenis tanaman mahoni, sengon butho, kedawung, dan rotan.

IV. PENUTUP

Teknologi diperlukan untuk mempersiapkan ruang tumbuh pada lahan-lahan terdegradasi pasca tambang sebagai upaya mempersingkat waktu suksesi alam. Beberapa alternatif teknologi untuk memulihkan kembali lahan-lahan yang terbuka pasca tambang termasuk aplikasi *topsoil* dan *soil conditioner*, pemilihan jenis tanaman yang adaptif, dan pemanfaatan mikroorganisme yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Penggunaan tanaman penutup tanah dari jenis legum sebagai tanaman perintis untuk mendukung terbentuknya iklim mikro, merupakan langkah awal yang cukup baik karena jenis tanaman ini memiliki fungsi untuk melindungi permukaan tanah dari tumbukan butir-butir hujan yang memiliki kemampuan sebagai pemecah (*dispersion*) dan penghancur agregat-agregat tanah, memperlambat aliran permukaan, memperkaya bahan organik dalam tanah, serta menambah besarnya porositas tanah.

Asosiasi cendawan mikoriza dengan tanaman pada lahan-lahan terdegradasi pasca tambang diharapkan mengantar pada peningkatan ketersediaan hara mineral bagi tanaman sertapeningkatan toleransi terhadap logam-logam berat yang bersifat toksik yang umumnya terakumulasi pada daerah-daerah penambangan tersebut. Aplikasi mikoriza pada lahan-lahan terbuka pasca tambang menjadi penting untuk mendukung pelaksanaan reklamasi. Selanjutnya praktek inokulasi dari jenis tanaman pilihan dengan cendawan mikoriza sangat mungkin dilakukan dan memang menguntungkan, tetapi aplikasinya di lapang dapat terkendalaoleh faktor ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad,1995. Hidrologi dan Pengelolaan DAS. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asir. LD, Narendra BH, Multikanigsih E, Summung, Tabba S.2003 , Teknologi Rehabilitasi Lahan Terdegradasi Bekas Tambang Bahan Galian Industri di Pangkep. Laporan Hasil Penelitian Balai Litbang Teknologi Pengelolaan DAS IBT. Makassar

- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Ungaran, Departemen Pertanian, 1997. Budidaya dan Manfaat Korobenguk, Ungaran. Jawa Tengah
- Delvian, 2004. Aplikasi Cendawan Mikoriza Arbuskula Dalam Reklamasi Lahan Kritis Pasca Tambang, HTML <http://librarv.usu.ac.id>. Modul Jurusan Fakultas Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Narendra, B.H., Syahidan. 2004. Rehabilitasi Lahan Kritis Bekas Penambangan Batu Apung di Lombok Timur, NTB. Laporan Hasil Penelitian. Tidak dipublikasikan.

