



Potensi Jenis Pohon Lokal Untuk Pemulihan Lingkungan Lahan Pascatambang Batubara (Studi Kasus di PT Minemex Indonesia)

Anna Nurlia^{1*}, Hamza¹, Bambang Hariyadi¹

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Fakultas Ilmu Lingkungan Universitas Jambi

*Corresponding Author's e-mail: annanurlia11@gmail.com

Article History:

Received: December 22, 2025

Revised: January 27, 2026

Accepted: January 30, 2026

Keywords:

Revegetation, Local Trees, Post-Coal Mining.

Abstract: Research on the potential of local tree species is crucial for the success of post-coal mining land rehabilitation. By selecting the right species, the revegetation process can be more efficient, sustainable, and provide ecological and economic benefits to the environment and surrounding communities. The implementation of post-coal mining land reclamation must be carried out based on guiding principles, one of which is to maintain environmental sustainability. The application of these principles is crucial as an effort and a form of corporate responsibility, aiming to restore the mined and cleared areas back to their natural functions. Reclamation at PT. Minemex Indonesia is currently in the stage of planting pioneer plants or fast-growing plants (Phase II). Therefore, accurate information is needed regarding the technical aspects of the next reclamation phase (Phase III), which involves planting local trees, to ensure that revegetation goals are met in accordance with the mandates of the Indonesian Ministry of Energy and Mineral Resources Regulation No. 07 of 2014 and the Ministry of Forestry Regulation No. P4/Menhut-II/2011. This study aims to inventory the types of local trees that have the potential for revegetating post-coal mining land at PT. Minemex Indonesia. The identification of local tree species that naturally grow in the forest area around the mine is carried out through vegetation analysis and calculating the importance value index for each species found. Meanwhile, the selection of tree species for revegetation is conducted by scoring based on seven selection criteria: habitus, habitat, regeneration ability, economic value, ecological value, symbiosis, and sprouting ability. Data on soil conditions in the forest area around the mine and the reclamation area are obtained from soil sample analysis. The revegetation plan is developed by considering field data before mining and field data after reclamation. The research results show the discovery of 21 species at the tree level, 24 species at the pole level, 25 species at the sapling level, and 12 tree species at the seedling level that grow naturally in and around the reclamation area of PT. Minemex Indonesia. Based on scoring against the seven selection criteria, there are 12 local tree species that have the potential for use in post-coal mining land revegetation at PT. Minemex Indonesia. These species are *Vitex pubescens*, *Beilschmiedia gemmiflora*, *Alstonia scholaris*, *Macaranga gigantea*, *Bellucia pentamera*, *Syzygium palembanicum*, *Cratoxylum arborescens*, *Aquilaria malaccensis*, *Durio zibethinus*, *Syzygium cf. griffithii*, *Syzygium polyanthum*, and *Parkia speciosa*. The planting of local tree species for post-mining land revegetation is carried out by considering important aspects in the stages of land preparation, nursery, planting, and maintenance.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Nurlia, A., Hamza, H., & Hariyadi, B. (2026). Potensi Jenis Pohon Lokal Untuk Pemulihan Lingkungan Lahan Pascatambang Batubara (Studi Kasus di PT Minemex Indonesia). *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 5(1), 104–119. <https://doi.org/10.55681/sentri.v5i1.5479>

PENDAHULUAN

Provinsi Jambi merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang memiliki potensi bidang energi dan sumber daya mineral yang kaya, sebagian potensi itu telah diusahakan meskipun sebagian lagi masih dalam tahap eksplorasi. Sebagian besar kegiatan usaha pertambangan yang ada, bergerak di bidang pertambangan batubara. Tercatat produksi batubara untuk tahun 2022 sebesar 17.300.000 ton dan tahun 2023 sebesar 11.600.000 ton. Provinsi Jambi secara geografis terletak antara 0° 45' sampai 2° 45' lintang selatan dan antara 101° 10' sampai 104° 55' bujur timur. Sebelah utara berbatasan dengan Provinsi Riau dan Kepulauan Riau, Sebelah Timur dengan Laut Cina Selatan, sebelah selatan berbatasan dengan Provinsi Sumatera Selatan dan sebelah barat berbatasan dengan Provinsi Sumatera Barat dan Bengkulu (Dinas ESDM Jambi, 2022).

Kegiatan pertambangan terbuka menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati, terjadinya degradasi pada daerah aliran sungai, perubahan bentuk lahan dan terlepasnya logam-logam berat yang dapat masuk ke lingkungan perairan (Rahmawaty, 2002) sehingga perlu dilakukan upaya pemulihan lingkungan melalui reklamasi lahan dan revegetasi. Reklamasi adalah usaha memperbaiki (memulihkan kembali) lahan yang rusak sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan, agar dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan kemampuannya (Hustrulid *et al.*, 2013). Sasaran reklamasi adalah mengembalikan lahan tambang pada kondisi yang mirip dengan kondisi sebelum penambangan (ELAW, 2010), termasuk komposisi dan struktur vegetasi yang ada di dalamnya (Nugroho & Yassir, 2017; Pratiwi 2022). Revegetasi dengan tumbuhan bukan dari jenis pohon lokal akan merubah ekosistem dari kondisinya semula sehingga dikhawatirkan akan menyebabkan hilangnya sebagian jenis tumbuhan maupun hewan endemik yang memang hidup di ekosistem tersebut sebelumnya, kemudian revegetasi dengan jenis lokal dapat mendukung masuknya jenis-jenis lain dan cenderung dapat memulihkan lingkungan ekosistem mendekati kondisi aslinya (Rahmawati, 2002; Ginoga dan Masripatin, 2009).

Jenis pohon lokal khususnya yang memiliki nilai ekonomi tinggi umumnya membutuhkan naungan ketika muda sehingga ketika ditanam di tempat terbuka akan mati atau pertumbuhannya terhambat (Mansur, 2010). Nugroho dan Adman (2011) bahwa saat dilakukan uji coba penanaman menggunakan 10 jenis tumbuhan lokal didapatkan hasil 70% persentase hidup untuk 7 jenis tumbuhan dari pengukuran sesudah satu tahun ditanam, jenis *Syzygium sp.* dan *Vitex sp.* merupakan tumbuhan lokal yang memberikan respon pertumbuhan yang paling baik. Saridan (2009) juga melaporkan uji coba penanaman jenis meranti dan kapur pada lahan pascatambang memberikan persen hidup kurang dari 12%, sedangkan hasil penanaman jenis pionir seperti akasia, gmelina dan waru oleh Iriansyah dan Susilo (2009) menunjukkan persen hidup di atas 79%, adapun informasi jenis-jenis pohon lokal yang dapat digunakan untuk revegetasi lahan pascatambang batubara belum banyak tersedia khususnya untuk tambang terbuka di wilayah Sumatra. Oleh karena itu, penelitian untuk melihat potensi jenis-jenis pohon lokal khususnya untuk klasifikasi tumbuh dengan tingkat tiang, pancang, pohon dan semai perlu dilakukan untuk mendukung keberhasilan revegetasi lahan pascatambang batubara.

PT Minemex Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dalam pengelolaan pertambangan batubara, dengan wilayah IUP seluas 3.700 Ha. Secara administrative wilayah IUP PT Minemex Indonesia terletak di Desa Kertopati Dalam, Desa Kertopati Simpang, Desa Taman Dewa, Desa Mandiingin Tuo, Desa Mandiingin dan Desa Rangkiling Simpang, Kecamatan Mandiingin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. Adapun status perizinan dari pendirian PT Minemex Indonesia ini didasari oleh keputusan

Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal Nomor 9/1/IUP-PB/PMA/2018 tentang Persetujuan Penyesuaian Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi Dalam Rangka Penanaman Modal Asing Untuk Komoditas Tambang Batubara, tanggal 31 Desember 2018. Keputusan Bupati Sarolangun Nomor 448/DLH/2017 tentang Perpanjangan Izin Penyimpanan Sementara Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Kegiatan Usaha serta Surat Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sarolangun Nomor.660/07/ PERTEK AIRLIMBAH/XI/2021 tentang Persetujuan Teknis Pemenuhan Baku Mutu Air Limbah.

Revegetasi dalam Permenhut No. P4/Menhut-II/2011 dilakukan dengan tahapan penanaman *cover crop*, kemudian prakondisi dengan menanam jenis tanaman perintis, dan setelah tanaman perintis berumur dua sampai tiga tahun dilakukan pengayaan dengan penanaman jenis-jenis lokal berdaur panjang. Tanaman perintis yang akan ditanam oleh PT Minemex Indonesia adalah dari jenis akasia, sengon, gmelina dan jabon yang umumnya bukan jenis lokal di areal PT Minemex, kecuali jabon yang terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia.

Dikarenakan tahapan reklamasi di PT Minemex Indonesia masih dalam tahapan penanaman tumbuhan perintis atau tumbuhan cepat tumbuh (Tahap II), maka perlu informasi yang tepat terkait teknis tahap Reklamasi lanjutan (Tahap III), yaitu penanaman pohon lokal setempat, sehingga ketercapaian revegetasi dapat terpenuhi sesuai dengan amanat pada Permen SDM RI No 07 Tahun 2014 ataupun Permenhut No. P4/Menhut-II/2011. Berdasarkan Uraian di atas, maka diajukan penelitian **“Potensi Jenis Pohon Lokal untuk Pemulihan Lingkungan Lahan Pascatambang Batubara (Studi Kasus di PT Minemex Indonesia)”**.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif yang bertujuan mengidentifikasi jenis-jenis pohon lokal pada berbagai tingkat pertumbuhan (semai, pancang, tiang, dan pohon) yang tumbuh alami di areal reklamasi pascatambang PT Minemex Indonesia, sekaligus menyusun rencana pemanfaatannya untuk revegetasi lahan. Penelitian dilakukan di area reklamasi (backfilling) pit A dan pit B serta lahan warga sekitar di Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi, pada Mei–Juli 2023. Pengumpulan data dilakukan melalui analisis vegetasi dengan teknik *purposive sampling* dan *nested sampling* pada tujuh titik reklamasi seluas total 45,22 Ha dengan intensitas sampling 5%, dilengkapi analisis sifat kimia tanah dan studi literatur. Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan jenis pohon lokal yang paling sesuai dengan kondisi habitat dan tanah reklamasi serta menyusun rencana revegetasi berdasarkan kondisi sebelum dan sesudah penambangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana Teknis Revegetasi Lahan Pascatambang Batubara melalui Pemanfaatan Jenis Pohon Lokal

Pelaksanaan reklamasi lahan bekas tambang dengan revegetasi, pada dasarnya belajar dari pertumbuhan tanaman menurut suksesi alami. akan tetapi karena suksesi alami berlangsung sangat lambat, maka dalam pelaksanaan revegetasi dilakukan dengan manipulasi lahan dan rekayasa teknologi agar penutupan lahan berlangsung cepat (Nurhassanah *et al.*, 2016).

Tindakan reklamasi diikuti dengan revegetasi di lahan pascatambang batu bara adalah suatu upaya mempercepat keterpulihan lahan. Oleh sebab itu, agar upaya tersebut

dapat berhasil maka harus diikuti dengan tindakan-tindakan yang dapat mendukung percepatan tersebut. Syarat agar tanah dapat berfungsi sebagai media tumbuh tanaman adalah bahwa tanah harus dapat berfungsi sebagai tempat berjangkarnya akar, menjamin aerasi dan drainase yang baik agar perakaran dapat berkembang dan menjalankan fungsinya serta dapat menyediakan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Dalam tindakan reklamasi hal tersebut dilakukan dengan mengatur ketebalan materi tanah, mengatur kontur untuk menjamin drainase permukaan yang baik, sedangkan aerasi dan drainase internal serta jaminan kecukupan hara bagi tanaman dilakukan seiring dengan pelaksanaan kegiatan revegetasi lahan. Perbaikan aerasi dan drainase internal tanah dapat dilakukan segera dengan pemberian pupuk organik atau pembenah tanah lainnya, ataupun penanaman tumbuhan bawah. Kecukupan hara bagi tanaman biasanya dipasok dengan pemberian pupuk anorganik sesuai dengan kebutuhan tanaman. Seiring dengan pulihnya kondisi tanah diharapkan keterpulihan komponen lahan lainnya juga akan mengikuti.

Sudarmadji dan Hartati (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa secara teknis, standar minimal upaya pemulihan lahan pascatambang batubara meliputi: (1) penebaran tanah pucuk (> 70 cm), (2) pengaturan kemasaman tanah ($\text{pH} > 5,5$), (3) penyiapan lubang tanam ($40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$), (4) pembenahan tanah (aplikasi pengapuran, pupuk organik, pupuk kimia), (5) penanaman (seleksi dan kualitas jenis-kecocokan, pengadaan, *hardening-off*, teknik penanaman), serta (6) pengelolaan lahan pascatambang batubara. Potensi keterpulihan lahan pascatambang batubara terindikasi dari: (1) tanaman revegetasi penutup tanah secara merata, (2) tanaman cepat tumbuh (*fast growing species*) berkembang dan bertahan serta tajuk bertaut, (3) tanaman pokok (*primary species*) mampu hidup-tumbuh-berkembang, (4) limpasan permukaan menurun dengan meningkatnya kapasitas infiltrasi tanah, (5) menurunnya laju erosi tanah, serta (6) perbaikan habitat yang memungkinkan satwa liar hadir dan bertempat tinggal serta melakukan regenerasi.

Penanaman jenis tanaman atau pohon lokal dalam revegetasi lahan pascatambang batu bara sejak awal memiliki fungsi untuk pemulihan ekosistem mendekati kondisi asalnya, sehingga dapat menjaga kelestarian ekosistem alami secara berkelanjutan (Setyowati *et al.*, 2017). Sebaliknya penanaman yang hanya menggunakan tanaman jenis-jenis eksotik dikhawatirkan akan membentuk ekosistem yang berbeda dari ekosistem sebelumnya dan memerlukan waktu yang lama untuk mengembalikan ekosistem seperti sebelumnya.

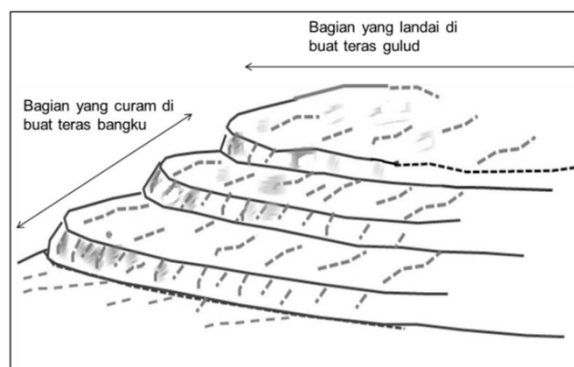
Berdasarkan telaah terhadap hasil penelitian terdahulu, jika dibandingkan dengan revegetasi lahan pascatambang di lokasi yang berbeda maka jenis tumbuhan lokal yang digunakan spesifik untuk tiap daerah dan jenis bahan tambang. Taqiyuddin dan Hidayat (2020) dalam penelitiannya mengungkapkan 17 jenis pohon lokal untuk revegetasi lahan pascatambang batubara di Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan, yaitu; *Litsea angulate*, *Anacardium occidentale*, *Parkia speciose*, *Bouea macrophylla*, *Artocarpus integer*, *Pometia pinnata*, *Mangifera indica*, *Annona muricate*, *Annona squamosa*, *Sauropus androgynus*, *Durio zibethinus*, *Nephelium lappaceum*, *Artocarpus altilis*, *Tamarindus indica*, *Archidendron pauciflorum*, *Sandoricum koetjape*, dan *Artocarpus heterophyllus*. Sementara hasil penelitian Fanni *et al.* (2022) menemukan 13 jenis tanaman lokal yang berpotensi digunakan untuk revegetasi lahan pascatambang, yaitu; *Acacia mangium*, *Syzygium buxifolium*, *Syzygium racemosum* Blume, *Syzygium sp.*, *Schima wallichii*, *Trema orientalis*, *Eugenia sp.*, *Alstonia angustifolia*, *Ficus padana*, *Alstonia scholaris*, *Vitex pinnata* L., *Melastoma malabthricum* L., dan *Melastoma polyanthum*.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu tersebut, ternyata juga terdapat kesamaan jenis pohon lokal yang digunakan untuk revegetasi dengan apa yang ditemukan pada penelitian ini, dengan demikian *Vitex pubescens*, *Beilschmiedia gemmiflora*, *Alstonia sholaris*, *Macaranga gigantea*, *Bellucia pentamera*, *Syzygium palembanicum*, *Cratoxylum arborescens*, *Aquilaria malaccensis*, *Durio zibethinus*, *Syzygium cf. griffithii*, *Syzygium polyanthum*, dan *Parkia speciose* merupakan jenis pohon lokal yang memiliki potensi adaptasi kondisi tempat tumbuh yang terbuka, sehingga dapat digunakan untuk revegetasi pada areal reklamasi tahun 2023 di PT Minemex Indonesia. Adapun tahapan rencana kegiatan revegetasi dengan jenis-jenis pohon lokal tersebut dilakukan dalam empat tahap, dengan rincian sebagai berikut:

Persiapan Lahan

1. Penataan lahan

Lahan yang digunakan untuk revegetasi ini yaitu pada areal reklamasi tahun 2023, dengan luas lahan keseluruhan yaitu 12,87 ha. Untuk menyediakan lahan yang sesuai bagi tanaman pohon lokal yang telah ditentukan tersebut, maka diperlukan rekonstruksi bentuk lahan, yang ditujukan untuk mengurangi kecepatan air limpasan (*run off*), erosi dan sedimentasi serta longsor. Bentuk lereng akhir yang dicapai sebaiknya tidak terlalu tinggi atau curam. Untuk itu lahan dibuat sedatar mungkin dengan kemiringan maksimum 8 %. Jika pada bagian sisi masih berlereng relatif curam dengan beda tinggi masih cukup besar, maka perlu dibuat secara berteras-teras. Pada setiap teras yang terbentuk perlu dibuat saluran teras agar dapat mengalirkan air yang ada di lahan teras secara terkendali.



Gambar 1. Sketsa Hasil Akhir Rekonstruksi Lahan Pascatambang Batubara

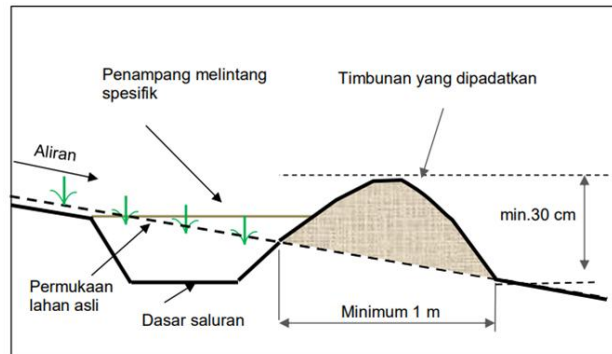
2. Pembuatan saluran drainase

Pembuatan saluran drainase bertujuan untuk mencegah penggenangan air hujan yang berlebih dan mengalirkan aliran permukaan sehingga air berlebih tersebut direncanakan dapat mengalir dengan tenang dan tidak merusak permukaan tanah, tanaman dan bangunan konservasi tanah lainnya. Saluran drainase yang perlu dibuat terdiri dari saluran pengelak dan saluran pembuangan air. Kapasitas saluran, baik saluran pengelak maupun saluran pembuangan air, harus mempertimbangkan kondisi iklim terutama curah hujan maksimum, serta banjir yang biasa terjadi dalam kurun waktu tertentu, baik periode waktu jangka panjang maupun pendek.

a. Saluran pengelak

Saluran pengelak adalah saluran yang dibuat untuk memotong aliran permukaan dari daerah atau bidang lahan di atas lereng agar tidak masuk ke wilayah sekitarnya, sehingga aliran permukaan dan erosi berkurang. Saluran pengelak

dibuat memotong lereng dengan sedikit membentuk sudut ($0,1 - 0,5\%$) dengan garis kontur agar dapat mengalirkan air. Pada saat menggali saluran, tanah hasil galian (urugan) digunakan untuk pembuatan guludan atau tanggul pada sisi bagian bawah. Sebelum memasuki saluran pembuangan air, perlu dibuat kolam pengendap sedimen (*sedimen pond*) agar partikel-partikel sedimen yang terbawa aliran air dapat mengendap.

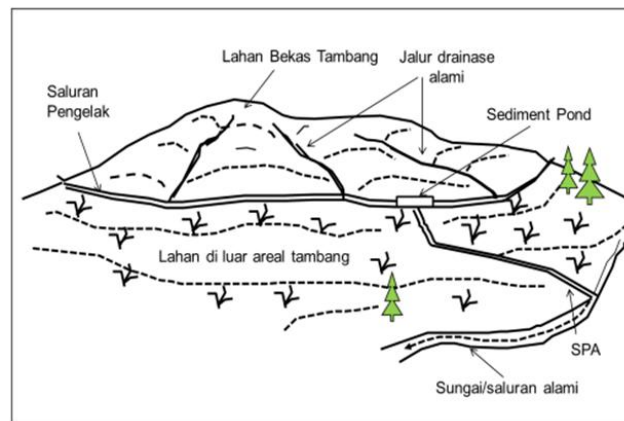


Gambar 2. Sketsa Penampang Melintang Saluran Pengelak

Ukuran saluran yang harus dibuat bervariasi tergantung kepada jumlah air aliran permukaan yang akan dialirkan (tergantung luas dan kemiringan lahan yang akan dielakkan dan curah hujan). Untuk areal yang landai dan tidak terlalu luas, saluran dengan lebar 50 cm dan dalam 30 cm sudah cukup memadai. Untuk daerah yang lebih luas dan semakin curam perlu saluran yang lebih besar. Panjang saluran pengelak yang dibuat bervariasi disesuaikan dengan kondisi di lapangan, tetapi tidak boleh lebih dari 200 m. Jika lahan bekas tambang cukup luas, sehingga saluran pengelak cukup panjang, maka setiap 200 m perlu dibuat saluran pembuangan air (SPA) agar air dalam saluran pengelak ini dapat dikeluarkan secara aman dengan kekuatan aliran yang tidak merusak.

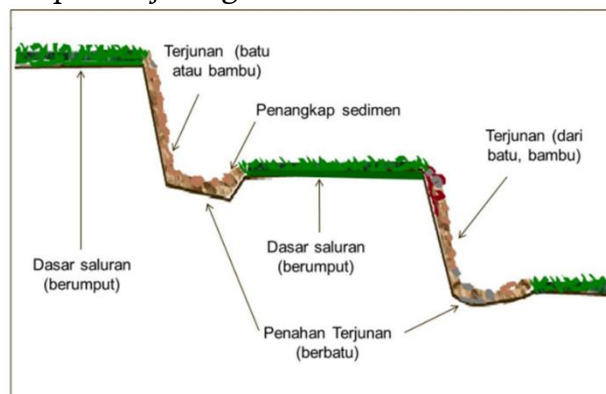
b. Saluran pembuangan air

Saluran pembuangan air (SPA) merupakan saluran yang berfungsi membuang air yang berasal dari areal lahan bekas tambang yang sebelumnya mengalir di saluran pengelak ataupun saluran teras. Keberadaan saluran pembuangan air ini mutlak diperlukan, agar air yang terkumpul di saluran pengelak ataupun saluran teras dapat dialirkan ke luar secara terkendali, sehingga tidak bersifat merusak. Keberadaan saluran pembuangan air akan memotong saluran pengelak atau teras dengan spasing (jarak antar SPA) yang bervariasi tergantung pada keadaan lapangan dan curah hujan (maksimum 200 m).



Gambar 3. Sketsa Letak Saluran Pengelak dan Saluran Pembuangan Air (SPA) pada Lahan Pascatambang Batubara

Jika saluran pembuangan air (SPA) terlalu miring, sehingga aliran air terlalu cepat, maka perlu dibuat terjunan (*drop structure*). Terjunan air adalah bangunan yang terbuat dari susunan batu atau bambu atau bahan lainnya pada SPA yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan aliran permukaan, sehingga air mengalir dengan kecepatan yang tidak merusak. Bangunan terjunan diperlukan bila kemiringan SPA > 8 % atau bila tanah peka terhadap erosi jurang.



Gambar 4. Sketsa Saluran Pembuangan Air dengan Terjunan

Terjunan juga bisa dibuat berupa gabungan gorong-gorong dengan susunan batu pada titik terjunan air. Gorong-gorong berfungsi untuk mengalirkan air agar tidak merusak dinding/tebing pada tempat-tempat yang rawan. Kapasitas gorong-gorong diperhitungkan lebih besar dari aliran permukaan maksimum, sehingga dapat menampung aliran permukaan dari hujan lebat. Terkait pemeliharaan bangunan terjunan perlu secara rutin dilakukan agar kerusakan seperti bergesernya susunan batu dari terjunan atau telah melapuknya susunan bambu tidak terjadi.

c. Pengendalian erosi oleh air

Upaya pengendalian erosi diarahkan pada tiga perlakuan pokok, yaitu sebagai berikut:

- 1) Perlindungan terhadap tanah dari pukulan butir-butir hujan dengan cara meningkatkan penutupan tanah (dengan tajuk tanaman, sisa tanaman, atau bahan lainnya).
- 2) Mengurangi jumlah aliran permukaan melalui peningkatan infiltrasi dan/atau meningkatkan simpanan air di permukaan dan di dalam tanah, yang dapat dilakukan dengan pembuatan rorak, yang berfungsi untuk menampung aliran air

permukaan, sehingga menghambat laju aliran air. Adapun ukuran rorak yang baik yaitu panjang 3-5 m, lebar 20-50 cm dan ukuran dalamnya 50 cm. Rorak tersebut sebaiknya diisi dengan serasah tanaman agar serasah dapat berubah menjadi humus dan dapat mempertahankan kelembaban tanah.

- 3) Untuk mengurangi perpindahan butiran dan agregat tanah akibat kecepatan aliran permukaan, dapat dilakukan melalui metode vegetatif dan metode mekanik.

d. Metode vegetatif

Metode vegetatif merupakan usaha mengendalikan erosi dengan menggunakan tanaman. Penanaman tanaman penutup tanah dan revegetasi merupakan bagian kegiatan pemulihan yang sekaligus berfungsi dalam pengendalian erosi dan sedimentasi. Dalam penerapan metode ini, tanaman penutup tanah yang digunakan sebaiknya adalah tanaman yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Mudah diperbanyak, sebaiknya dengan biji;
- 2) Mempunyai sistem perakaran yang tidak menimbulkan kompetisi berat bagi tanaman pokok, tetapi mempunyai sifat pengikat tanah yang baik dan tidak mensyaratkan kesuburan tanah yang tinggi;
- 3) Tumbuh cepat dan banyak menghasilkan daun;
- 4) Toleransi terhadap pemangkasan;
- 5) Resisten terhadap hama, penyakit dan kekeringan;
- 6) Mampu menekan pertumbuhan gulma;
- 7) Mudah diberantas jika tanah akan digunakan untuk penanaman tanaman semusim atau tanaman pokok lainnya;
- 8) Sesuai dengan kegunaan untuk pemulihan tanah; dan
- 9) Tidak mempunyai sifat-sifat yang tidak menyenangkan, seperti duri dan sulur-sulur yang membelit.

Pemilihan tanaman penutup tanah selain memenuhi persyaratan, sebaiknya dipertimbangkan juga manfaat tanaman secara ekonomi. Dengan harapan, selain bermanfaat dalam pelestarian lingkungan, penduduk setempat bisa memperoleh penghasilan tambahan dari tanaman tersebut. Salah satu contoh tanaman yang memenuhi kriteria tersebut adalah bambu. Bambu memiliki struktur akar serabut yang kuat sehingga mampu menahan laju erosi. Pertumbuhan rumpun bambu sangat cepat dan toleransi terhadap lingkungan sangat tinggi, serta memiliki kemampuan memperbaiki sumber tangkapan air yang efektif sehingga sesuai untuk reboisasi wilayah hutan terbuka atau gundul akibat penebangan. Bambu juga sesuai sebagai tanaman pelindung tebing sungai atau jurang.

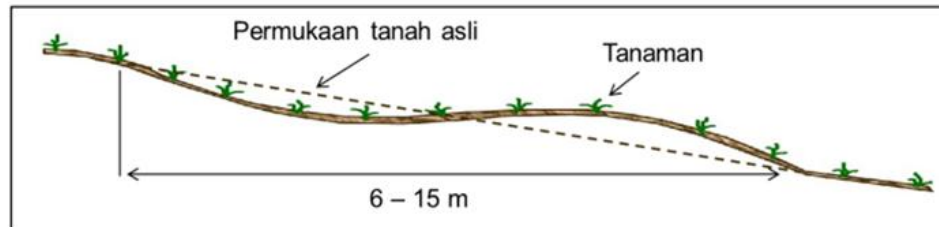
e. Metode mekanik

Metode mekanik diterapkan apabila masalah erosi cukup serius yang dengan pengendalian erosi secara vegetatif tidak cukup. Salah satu metode mekanik yang dapat diterapkan adalah melalui terasering, yang mencakup teras datar, teras gulud, dan teras bangku.

1) Teras datar

Teras datar dibuat pada tanah dengan kemiringan kurang lebih 3%, dengan tujuan memperbaiki pengaliran air dan pembasahan tanah. Teras datar dibuat dengan jalan menggali tanah menurut garis kontur dan tanah galiannya ditimbunkan ke tepi luar, sehingga air dapat tertahan dan terkumpul. Pematang yang terbentuk ditanami dengan rumput. Selain diterapkan untuk lahan dengan lereng $\leq 3\%$, teras datar mempunyai persyaratan teknis sebagai berikut: (1) kedalaman tanah ≤ 30

cm, (2) jenis erosi erosi permukaan, (3) penggunaan lahan tanaman semusim, (4) tanah tidak berbatu, (5) mudah menyerap air, dan (6) curah hujan tidak terlalu tinggi.



Gambar 5. Sketsa Teras Datar pada Lahan Pascatambang Batubara

2) Teras gulud

Pada lahan yang agak miring dengan kemiringan 3 -15 %, pengendalian erosi mekanik dapat dilakukan dengan membuat teras gulud. Guludan dibuat dengan membuat tumpukan tanah mengikuti kontur. Tumpukan tanah tersebut mempunyai tinggi 30 cm dan lebar 50 cm. Semakin curam kemiringan lereng dan semakin peka tanah, maka jarak antar guludan semakin rapat. Adapun jarak antar guludan (jarak miring) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$JM = \sqrt{HI^2 + VI^2}$$

dimana,

$$HI = VI/S \times 100$$

$$VI = 0,3(S/3 + 2)$$

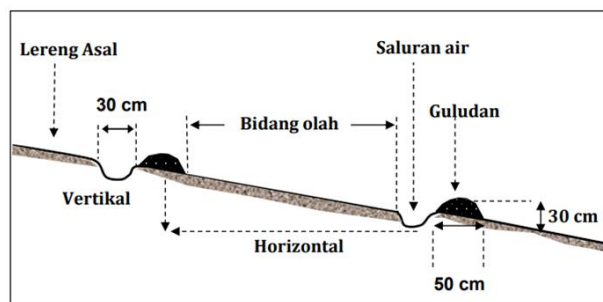
Keterangan:

JM = Jarak miring (real di lapangan)

VI = Beda jarak vertikal

S = Kemiringan lereng dalam persen

HI = Jarak datar (horizontal)



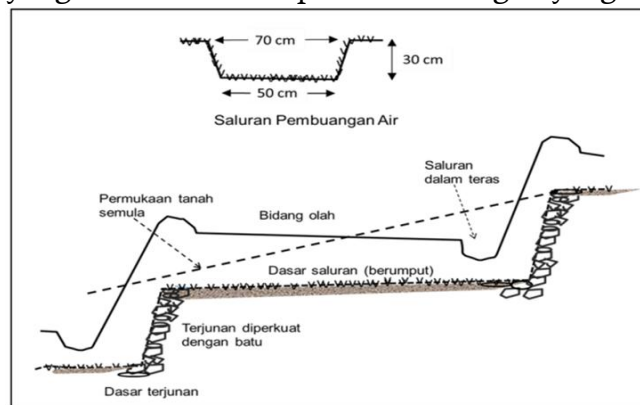
Gambar 6. Sketsa Teras Gulud pada Lahan Pascatambang Batubara

Saluran teras gulud sebaiknya diisi dengan sisa tanaman atau sisa gulma agar tercipta biopori, sehingga kapasitas resapan airnya menjadi tinggi. Untuk pemeliharaan teras gulud dapat dilakukan dengan mengembalikan sedimen yang tertampung dalam saluran ke bidang pertanian, sehingga kemiringan lahan dapat selalu dipertahankan.

3) Teras bangku

Pada lahan yang terlalu curam dengan kemiringan lebih besar dari 15%, teras gulud seringkali tidak memadai lagi untuk menanggulangi erosi. Untuk kondisi demikian teras bangku lebih disarankan karena dapat lebih efektif menurunkan

aliran permukaan dan erosi. Adapun hal yang perlu diperhatikan pada pembuatan teras bangku, yaitu: (1) Bidang olah dibuat miring ke arah saluran dalam dengan kemiringan $\pm 1\%$, (2) tanah pucuk yang semula diurug di suatu tempat tertentu, ditaburkan kembali secara merata di atas bidang olah yang telah terbentuk, (3) pada ujung teras bagian luar (bibir teras) perlu dibuat guludan dengan tinggi 20 cm dan lebar 30 cm, (4) di bagian dalam teras dibuat saluran dengan lebar 50 cm dan dalam 30 cm, (5) dasar saluran harus lebih tinggi 50 cm dari tinggi dasar saluran pembuangan air, (6) talud teras dibuat dengan ketinggian 1-1,5 m dan kemiringan 100-200%, dan (7) bagian atas talud bagian ditanami dengan rumput penguat teras. Teras bangku harus dipelihara secara rutin. Teras bangku yang tidak terpelihara dengan baik akhirnya berpotensi meningkatkan kerusakan lahan akibat aliran air yang tidak terkontrol pada teras bangku yang rusak.



Gambar 7. Sketsa Penampang Teras Bangku pada Lahan Pascatambang Batubara

3. Penanaman tanaman penutup tanah (*cover crops*)

Kemampuan menutup permukaan tanah merupakan fungsi yang sangat penting dari tanaman penutup tanah (*cover crops*), dalam hal mengurangi kekuatan dispersi air hujan dan mengurangi jumlah serta kecepatan aliran permukaan, sehingga diharapkan dapat menekan erosi dan meningkatkan infiltrasi. Selain itu, kemampuan menutup tanah identik dengan kemampuan tanaman menghasilkan bahan organik. Dengan meningkatnya kandungan bahan organik tanah, maka akan memperbaiki dan mempertahankan karakteristik tanah (Sembiring *et al.*, 1991). Setelah tanaman penutup tanah tumbuh, pada tahap selanjutnya tanaman dapat menghasilkan biomassa berupa seresah yang membantu peningkatan bahan organik tanah. Peningkatan ini menurut Hardjowigeno (2003) akan memperbaiki struktur tanah, memperbaiki porositas, tambahan sumber unsur hara N, P, S, dan unsur mikro lainnya, menambah kemampuan tanah menahan air, meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan sumber energi bagi mikroorganisme, dengan demikian akan memudahkan tanaman jenis lain tanaman untuk tumbuh karena kondisi tanah yang lebih baik.

Jenis *cover crops* yang ditanam adalah dari famili *fabaceae* yang cepat tumbuh dan menutup tanah serta dapat menambat nitrogen dari udara, dengan demikian maka daun-daun *cover crops* yang sudah terdekomposisi dapat menambah unsur N yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman ke dalam tanah. Disamping itu, dengan tertutupnya tanah, maka akan meningkatkan kelembaban tanahnya dan memicu berkembangnya mikroorganisme yang sangat membantu untuk segera

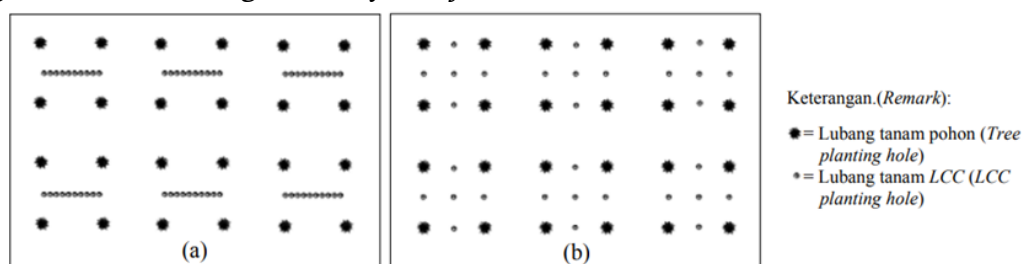
memulihkan kesuburan tanah. Adapun jenis *cover crops* yang direkomendasikan dalam rencana kegiatan revegetasi ini yaitu *Purarea javanica*.

Alasan pemilihan jenis *cover crops* ini karena *P. javanica* termasuk LCC (*Legume Cover Crops*) berumur panjang yang mampu beradaptasi pada tanah tidak subur dan masam miskin hara, dengan pH 3,5-5,5, atau pada tanah tergenang. Sistem perakarannya yang mencapai 1-6 meter ke dalam tanah dan meluas, mendukung kemampuannya bertahan hidup di musim kemarau meskipun daunnya meranggas (Cook *et al.*, 2005). Selain itu, jenis ini memiliki pertumbuhan awal yang cepat dan memiliki kemampuan membersihkan logam kontaminan pada limbah tambang (Armecin *et al.*, 2004; Hidayati *et al.*, 2006).

Hasil penelitian Dinesh *et al.* (2004) yang menggunakan LCC jenis *Alyosia scarabaeoides*, *Centrosema pubescens*, *C. mucunoides*, dan *P. javanica*, menunjukkan bahwa *P. javanica* secara konsisten menghasilkan biomassa tertinggi yaitu 10,2 ton/ha/th. Secara umum tiap kg biomassa *P. javanica*, secara signifikan mampu menyumbangkan 1,9-4,6 g C-organik dan 0,52-0,78 g N total. Nilai P dan K juga meningkat berturut-turut 1,3-2,3 dan 3,2-4,2 mg/100 g biomassa. Penambahan hara ke dalam tanah ini secara signifikan dijumpai lebih besar pada jenis *P. javanica* sebagai respon dari tingginya bahan organik yang disumbangkan oleh jenis ini. Menurut Rukmana (2005), dengan percabangan dan perakarannya yang intensif, *P. javanica* mampu menghasilkan hamparan dengan ketebalan 60-75 cm dan menghasilkan hijauan bahan kering 5-10 ton/ha.

Hasil penelitian Narendra dan Pratiwi (2014) menunjukkan bahwa jenis *P. javanica* memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menutup permukaan tanah ($1,3 \text{ m}^2$) dan menghasilkan biomassa (308,8 g) dibandingkan jenis *C. mucunoides*. Selain itu, jenis tanaman ini juga memiliki potensi besar dalam menyediakan pakan ternak dan menekan pertumbuhan gulma. Hal ini sangat bermanfaat terutama bagi perusahaan pertambangan yang melakukan reklamasi dengan mempertimbangkan manfaat ikutan yang dapat diambil oleh masyarakat sekitar tambang.

Penanaman *P. javanica* dalam rencana kegiatan revegetasi ini menggunakan pola tanam baris melalui pembuatan larikan-larikan dengan jarak antar larikan 1 meter. Alasan penerapan pola tanam baris dikarenakan menurut Narendra dan Pratiwi (2014) penerapan pola tanam baris secara nyata menghasilkan luas penutupan tanah yang lebih cepat dibandingkan penerapan pola tersebar. Meskipun pola ini memiliki jumlah lubang tanam dua kali lipat dibandingkan pola tersebar, namun luas penutupan tanahnya dapat mencapai lima kali lipat. Hal ini dikarenakan pada sistem baris, ketersediaan unsur hara terutama yang berasal dari tambahan top soil dan kompos lebih terjangkau oleh perakaran tanaman dibandingkan pada pola tersebar yang letak antar lubang tanamnya berjauhan.



Gambar 8. Sketsa Pola Tanam Baris (a) dan Pola Tanam Tersebar (b)

4. Penentuan arah larikan, jarak tanam dan pemasangan ajir

Penentuan arah larikan dilakukan setelah *cover crops* (*P. javanica*) tumbuh dan minimal sudah menutupi tanah sekitar 50 % atau 2 bulan setelah ditanam. Penentuan arah larikan bertujuan untuk meminimalkan erosi di lapangan. Pada areal yang datar, arah larikan dapat ditentukan secara bebas sesuai kondisi lapangan, sedangkan untuk areal-areal yang topografinya berlereng, maka arah larikan ditentukan mengikuti kontur lahan.

Setelah ditentukan arah larikan, tahap selanjutnya adalah memasang ajir (terbuat dari kayu atau bambu dengan panjang sekitar 1 meter) disepanjang larikan dengan jarak antar ajir sesuai dengan jarak tanam yang telah ditentukan, yaitu 3 m x 3 m. Jarak tanam dibuat agak rapat agar pohon yang tumbuh segera menutup permukaan tanah.

5. Pembuatan lubang tanam

Lubang tanam dibuat secara manual dengan ukuran 0.3 m x 0.3 m x 0.3 m. Tanah bekas galian lubang diletakkan disisi lubang itu sendiri kemudian lubang diisi dengan kompos paling sedikit 1 kg per lubang. Jika di suatu lokasi areal bekas tambang tidak banyak ditemukan tanah pucuk (*top soil*), maka penanaman tanaman pokok dilakukan dengan sistem pot. Lubang tanaman dibuat dengan ukuran lebih besar, yaitu 0.5 m x 0.5 m x 0.5 m. Lubang tanam kemudian diisi dengan campuran media tanah dan kompos.

Persemaian

Sebelum dilakukan penanaman perlu disiapkan bibit dari 12 jenis pohon lokal serta tanaman penutup (*cover crops*) yang telah ditentukan. Untuk penyiapan bibit tersebut dilakukan di tempat persemaian yaitu *nursery* milik PT Minemex Indonesia. Dalam persemaian ini mencakup empat kegiatan, yaitu; pengadaan benih tanaman lokal, pengadaan benih tanaman penutup (*cover crops*), pengadaan pupuk, pestisida, dan fungisida, dan pemeliharaan bibit di persemaian.

1. Pengadaan benih tanaman lokal

Untuk mengetahui jumlah benih tanaman lokal yang dibutuhkan dalam revegetasi area reklamasi PT Minemex Indonesia tahun 2023, maka perlu ditentukan jumlah bibit yang dibutuhkan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah bibit yang dibutuhkan} = \frac{\text{Luas Area Reklamasi}}{\text{Jarak Tanam}}$$

$$\text{Jumlah bibit yang dibutuhkan} = \frac{128.700 \text{ m}^2}{9 \text{ m}^2} = 14.300$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jumlah bibit tanaman lokal yang dibutuhkan dalam revegetasi pada area seluas 12,87 ha, yaitu sebanyak 14.300 batang. Dengan asumsi kematian di persemaian dan di lapangan pasca tanam sebanyak 20%, maka diperlukan bibit tanaman lokal sebanyak 17.160 batang, dengan demikian jumlah bibit yang diperlukan untuk 1 ha adalah sebanyak 1.333 batang.

Untuk mendapatkan bibit tanaman lokal sebanyak 17.160 batang, diperlukan benih sebanyak 0,856 kg atau sekitar ± 856.000 butir benih, dengan demikian jumlah benih tanaman lokal yang dibutuhkan untuk lahan seluas 1 ha, yaitu sebanyak 0,066 kg atau sekitar ± 66.511 butir benih. Benih tersebut diperoleh dari pohon-pohon lokal yang berbuah (sesuai jenis pohon lokal yang ditetapkan) di sekitar lokasi tambang, dimana pengumpulan benih dilakukan dari pohon setelah buah masak. Oleh karena itu, perlu dilakukan survei untuk mengetahui waktu berbuah dari masing-masing jenis, namun

jika kebutuhan benih tidak dapat dipenuhi dari pohon-pohon lokal di sekitar lokasi tambang, maka pemebuhan benih dapat dilakukan melalui pembelian.

2. Pengadaan benih tanaman penutup (*cover crops*)

Purarea javanica merupakan jenis tanaman penutup (*cover crops*) yang akan digunakan dalam revegetasi. Jumlah benih yang dibutuhkan untuk jenis tanaman yaitu sebanyak 3,22 kg untuk lahan seluas 12,87 ha, dengan demikian jumlah benih *P. javanica* yang diperlukan untuk 1 ha lahan yaitu sebanyak 0,25 kg. Untuk mendapatkan benih ini dilakukan melalui pembelian.

Terkait polibag yang dipakai untuk pembibitan tanaman lokal maupun tanaman penutup, memakai ukuran 15 x 20 cm dengan jumlah per-kg rata-rata mencapai 200 kantong. Jadi kebutuhan polibag untuk setiap hektarnya adalah 4,5 kg.

3. Pengadaan pupuk, pestisida, dan fungisida

Kebutuhan pupuk untuk penanaman cover crop dan penanaman tanaman kayu-kayuan sampai pemeliharaan tahun berjalan antara lain jenis pupuk majemuk (NPK dengan perbandingan 16 : 16 : 16) dengan kebutuhan 45 kg/ha. Selain itu, juga diperlukan obat-obatan (pestisida dan fungisida) untuk pemeliharaan dan perlindungan tanaman baik pada tingkat semai dan tingkat lapangan yang telah direvegetasi.

4. Pemeliharaan bibit di persemaian

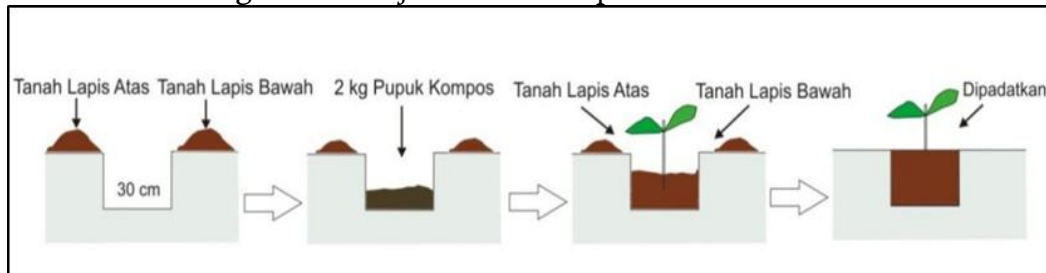
Aktivitas pemeliharaan bibit meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan, pemupukan dan penyemprotan (apabila ada serangan hama dan penyakit). Bibit dirawat di persemaian (*nursery*) sampai dengan siap tanam yaitu tinggi minimal 50 cm dan leher akar berdiameter sekitar 3 mm. Untuk mendapatkan kriteria bibit tersebut, maka bibit akan dirawat selama 2 bulan.

Hal lainnya yang perlu diperhatikan dalam pembibitan adalah daya adaptabilitas terhadap tempat tumbuhnya. Untuk itu, perlu dilakukan juga teknik *direct seedling*, sebagaimana yang direkomendasikan oleh peneliti terdahulu yaitu Hirfan (2016), dimana melalui teknik ini akan didapatkan bibit tanaman dengan akar yang sudah memiliki daya adaptabilitas terhadap tempat tumbuhnya (bekas tambang). Untuk mendukung keberhasilan penerapan teknik *direct seedling*, maka diperlukan pengetahuan seperti bagaimana cara mengenali bibit yang baik dan cara memobilisasi bibit ke area reklamasi. Misalnya kemampuan membuat puteran untuk memindahkan bibit pada berbagai ukuran dan kelas umurnya. Yang harus diperhatikan pada saat memindahkan bibit ke lokasi tanam adalah bagaimana memperlakukan *seedling* sehingga tidak merusak akarnya.

Penanaman

Penanaman 12 jenis tanaman lokal dalam revegetasi ini dilakukan secara polikultur, dengan mengkombinasikan antara pola tanam baris dan pola agroforestry B (*agrisilvikultur alternate rows*). Pola *agrisilvikultur alternate rows* merupakan pola yang menempatkan tanaman penghasil kayu atau tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian secara berselang seling. Tanaman kehutanan ditanam dalam larikan yang diselang-seling dengan larikan tanam pangan, dimana ruang-ruang terbuka diantara pohon-pohon relatif sempit. Tujuan dari penerapan bentuk pola tanam ini agar tanaman pertanian mendapatkan serasah (pupuk organik) dari guguran daun pohon atau tanaman kehutanan (Idris *et al.*, 2019). Dari 12 jenis tanaman lokal

yang terpilih dalam revegetasi ini, 8 jenis diantaranya merupakan tanaman penghasil kayu atau tanaman kehutanan, dan 4 jenis lainnya merupakan tanaman hortikultura atau tanaman pertanian. Pada pola penanaman yang digunakan ini, setiap dua jenis tanaman kehutanan akan diselingi oleh satu jenis tanaman pertanian.



Gambar 9. Teknis Penanaman Bibit Tanaman Lokal pada Lahan Revegetasi

Penanaman dilaksanakan setelah persiapan lahan selesai dan pada saat awal musim hujan. Bibit yang sehat dengan tinggi minimal 50 cm diangkut dengan hati-hati dari tempat pembibitan/persemaian ke lokasi penanaman. Bibit kemudian diletakkan di dekat lubang-lubang tanam yang sudah disiapkan. Saat akan menanam, kompos yang sudah dimasukkan ke lubang tanam dicampur dengan tanah pucuk, kemudian polybag dibuka terlebih dahulu dengan hati-hati agar media tetap utuh, kemudian bibit dimasukkan ke lubang tanam dan ditimbun kembali dengan tanah sampai setinggi leher akar. Bibit yang sudah tertanam diberi tanda dengan ajir yang ditancapkan di dekat bibit.

Pemeliharaan

Pemeliharaan dalam revegetasi ini meliputi kegiatan pemeliharaan tanaman dan pemeliharaan kondisi fisik lapangan.

1. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara rutin hingga tinggi tanaman cukup untuk bersaing dengan gulma yang tumbuh di sekitarnya. Penyiangan atau pembebasan tanaman dari belukar dan tumbuhan pengganggu lainnya, seperti dililit oleh tanaman penutup. Penyiangan perlu dilakukan sampai tanaman berumur 3 tahun dengan frekuensi penyiangan 2-3 kali setahun. Kegiatan dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti dengan cara menuai (tebas/cangkul), cara kimiaawi dan secara mekanis. Selain itu, juga diperlukan penyulaman atau mengganti tanaman-tanaman lokal yang mati di lapangan.

Untuk pemupukan, dilakukan sebanyak 2 kali setahun atau setiap 6 bulan dengan dosis yang disesuaikan dengan hasil analisis tanah dan jenis tanaman. Cara pemupukan dilakukan dengan membuat lubang di tanah sekitar tanaman pokok sebanyak 3 lubang. Lubang tersebut dibuat mengelilingi tanaman, dengan jarak sekitar 20 - 50 cm dari tanaman tergantung umur tanaman. Setelah lubang diisi pupuk kemudian ditutup kembali dengan tanah dan dipadatkan, penutupan kembali harus dilakukan agar pupuk tidak tercuci air hujan dan mengalami penguapan.

2. Pemeliharaan kondisi fisik lapangan

Kegiatan pemeliharaan kondisi fisik lapangan dalam revegetasi ini meliputi pemeliharaan lereng dan pemeliharaan saluran drainase. Pemeliharaan lereng dilakukan apabila stabilitas lereng terganggu, seperti adanya pergerakan tanah atau longsoran. Sementara pemeliharaan saluran drainase dilakukan apabila terdapat banyak alur-alur erosi ataupun sedimentasi pada saluran drainase.

KESIMPULAN

Merujuk pada hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sesuai dengan hasil identifikasi dan analisis vegetasi jenis-jenis pohon lokal pada areal reklamasi dan di sekitar areal reklamasi PT Minemex Indonesia ditemukan 21 spesies pada tingkat pohon, 24 spesies pada tingkat tiang, 25 spesies pada tingkat pancang, dan 12 spesies pohon pada tingkat semai yang tumbuh secara alami.
2. Dari seluruh jenis yang ditemukan terdapat 12 jenis pohon lokal yang berpotensi untuk digunakan dalam revegetasi lahan pascatambang batubara di PT Minemex Indonesia, yaitu; *Vitex pubescens*, *Beilschmiedia gemmiflora*, *Alstonia scholaris*, *Macaranga gigantea*, *Bellucia pentamera*, *Syzygium palembanicum*, *Cratoxylum arborescens*, *Aquilaria malaccensis*, *Durio zibethinus*, *Syzygium cf. griffithii*, *Syzygium polyanthum*, dan *Parkia speciosa*.
3. Rencana penanaman keduabelas jenis pohon lokal tersebut dalam revegetasi areal reklamasi PT Minemex Indonesia, dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek penting dalam tahap persiapan lahan, persemaian, penanaman, dan pemeliharaan.

DAFTAR REFERENSI

- Armecin, R.B., Seco, M.H.P., Caintic, P.S., & Milleza, E.J.M. 2004. Effect of Leguminous Cover Crops on The Growth and Yield of Abaca (*Musa textilis* Nee). *Industrial Crops and Products*, Vol. 21 No. 3. pp: 317-323
- Cook, B.G., Pengelly, B.C., Brown, S.D., Donnelly, J.L., Eagles, D.A., Franco, M.A.,..., & Schultze-Kraft, R. 2005. *Tropical Forages: an Interactive Selection Tool*. Brisbane, Australia: CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI
- Dinas ESDM Jambi, 2020. *Gambaran Provinsi Jambi*. <https://esdm.jambiprov.go.id/gambaranprovinsi>. Diakses 25 September 2022.
- Dinesh, R., Suryanarayana, M.A., Chaudhuri, S.G., & Sheeja, T.E. 2004. Long-term Influence of Leguminous Cover Crops on The Biochemical Properties of a Sandy Clay Loam Fluventic Sulfaquent in a Humid Tropical Region of India. *Soil and Tillage Research*, Vol. 77 No. 1. pp: 69-77
- ELAW. 2010. *Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs*. Environmental Law Alliance Worldwide. Eugene, USA
- Fanni, A., Satjapradja, O., dan Setyaningsih, L. 2022. Potensi Kesesuaian Jenis Tanaman pada Areal Lahan Pascatambang Timah (Studi Kasus di Kecamatan Sungai Selan Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Bangka Belitung). *Jurnal Nusa Sylva*, Vol. 22 No. 1. pp: 6-16
- Ginoga, K. & N. Masripatin. 2009. *Potensi perdagangan karbon pada lahan pascatambang*. Prosiding Workshop IPTEK Penyelamatan Hutan Melalui Rehabilitasi Lahan Pascatambang Batubara. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda. pp: 27-40.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo
- Hustrulid, W., M. Kuchta, R. Martin. 2013. *Open Pit Mine Planning & Design*. 3rd Edition. CRC Press Taylor and Franciss Group
- Iriansyah, M. & A. Susilo. 2009. *Kesesuaian Jenis Rehabilitasi Lahan Pascatambang Batubara di PT. Kitadin, Embalut, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kaltim*. Prosiding Workshop IPTEK Penyelamatan Hutan Melalui Rehabilitasi Lahan Pascatambang Batubara. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda. pp: 1-7.
- Mansur, I. 2010. *Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Seameo Biotrop. Bogor

- Narendra, B.H. dan Pratiwi. 2014. Pertumbuhan Cover Crops pada Lahan Overburden Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka. *Indonesian Forest Rehabilitation*, Vol. 2 No. 1. pp: 15-24.
- Nugroho, A. W., & Adman, B. 2011. Pertumbuhan Tanaman Jenis Lokal pada Lahan Reklamasi Tambang di Tenggarong Seberang, Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian BPTKSDA Samboja*, pp: 211–217
- Nugroho, A.W., & Yassir. I. 2017. Kebijakan Penilaian Keberhasilan Reklamasi Lahan Pasca-Tambang Batubara di Indonesia. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, Vol. 14 No. 2, pp: 121-136
- Nurhassanah, R.B., Pulungan, L., dan Guntoro, D. 2016. Rencana Teknis Reklamasi pada Lahan Bekas Penambangan Lempung Tahun Ke-1 Hingga Tahun Ke-5, di Gombong, Kecamatan Rowokele Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung*, Vol. 2 No. 2. pp: 366-373
- Pratiwi. 2022. *Reklamasi Lahan Bekas Tambang untuk Perbaikan Fungsi Daerah Aliran Sungai*. Bunga Rampai Dukungan IPTEK Rehabilitasi Hutan dan Lahan dalam Pemulihan Fungsi Daerah Aliran Sungai. IPB Pres. p.111-132
- Rahmawati. 2002. *Restorasi Lahan Pascatambang Berdasarkan Kaidah Ekologi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara : USU Press.
- Saridan, A. 2009. *Uji Coba Reklamasi Tambang Batubara Dengan Jenis- Jenis Dipterokarpa di PT Kitadin, Kalimantan Timur*. Prosiding Workshop IPTEK Penyelamatan Hutan Melalui Rehabilitasi Lahan Pascatambang Batubara. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda. pp: 180-186.
- Sembiring, H., Farid, A., Ispandi, A., Kartono, G., & Suwardjo, H. 1991. *Kajian beberapa jenis tanaman legum penutup tanah untuk rehabilitasi lahan kritis*. Risalah Diskusi Ilmiah Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi di DAS. Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan, Tanah dan Air. Jakarta: Badan Litbang Pertanian
- Setyowati, D,N., Amala, N.A., & Aini, N.N.U. 2017. Studi pemilihan tanaman revegetasi untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 3 No. 1, pp: 14-20
- Sudarmadji, T. dan Hartati, W. 2013. *Upaya Pemulihan dan Potensi Keterpulihan Lahan Pasca Tambang Batu Bara: Sebuah Pengalaman Observasi dan Penelitian Lapangan*. Artikel Penelitian. Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur
- Taqiyuddin, M.F.K. dan Hidayat, L. 2020. Reklamasi Tanaman Adaptif Lahan Tambang Batubara PT BMB Blok Dua Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan. *Zira'ah*, Vol. 45 No. 3. pp: 285-292