

Evaluasi Keberhasilan Reklamasi Pada Lahan Bekas Tambang Berdasarkan Sifat Tanah dan Kriteria Teknis di PT Baramulti Suksessarana

Michael Tiku Pasang¹, Marlon Ivanhoe Aipassa^{1,2}, Ibrahim^{1,2}, Ndan Imang^{1,3}, Surya Darma³, Yohanes Budi Sulistioadi^{1,2}, Rochadi Kristiningrum^{2*}

¹Program Pascasarjana Ilmu Lingkungan, Universitas Mulawarman

²Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Tropis, Universitas Mulawarman

³Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman

*Email:rkristiningrum@fahutan.unmul.ac.id

Artikel diterima :13 April 2026. Revisi diterima : 20 Juni 2026

ABSTRACT

Mining activities have the potential to disrupt environmental functions, including changes in the final landform, ecosystem degradation, and increased erosion. Reclamation is an effort to restore ex-mining land so that it can return to its intended function. This study aims to analyse the physical and chemical conditions of soil as a growing medium and evaluate the success of PT Baramulti Suksessarana's ex-mining land reclamation in Kutai Kartanegara Regency based on technical and ecological criteria pursuant to the Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources No. 1827/K/30/MEM/2018. The research method used was a survey with a quantitative descriptive approach, including observation and measurement of soil physical and chemical conditions and revegetation aspects. The results showed that the evaluation of soil physical and chemical properties showed that revegetation activities had a positive impact on soil physical and chemical properties. Reclamation activities on ex-mining land during the 2015-2023 period reached 76.52%, including in the medium category. Land backfilling and vegetation planting activities respectively reached 45.73% including the poor category, and plant maintenance activities reached 50% including the poor category, so measures are needed, especially in optimising backfilling, revegetation, and vegetation maintenance, need to be implemented immediately to achieve better reclamation targets and it could become one of the land reclamation policies in East Kalimantan

Key words: PT Baramukti Suksessarana, changes in physical and chemical properties of soil, post-mining, reclamation success rate

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan berpotensi mengganggu fungsi lingkungan hidup, termasuk perubahan rona akhir lahan, degradasi ekosistem, dan peningkatan erosi. Reklamasi merupakan upaya untuk memulihkan lahan bekas tambang agar dapat kembali berfungsi sesuai peruntukannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi fisik dan kimia tanah sebagai media tumbuh tanam dan mengevaluasi keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang PT Baramulti Suksessarana di Kabupaten Kutai Kartanegara berdasarkan kriteria teknis dan ekologis. Metode penelitian yang digunakan adalah survei dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, meliputi observasi dan pengukuran kondisi fisik dan kimia tanah serta aspek revegetasi berdasarkan Kepmen ESDM nomor 1827/K/30/MEM/2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa evaluasi sifat fisik dan kimia tanah menunjukkan bahwa kegiatan revegetasi berdampak positif terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Kegiatan reklamasi pada lahan bekas tambang selama periode 2015-2023 mencapai 76,52%, termasuk dalam kategori sedang. Kegiatan penimbunan kembali lahan dan penanaman vegetasi berturut-turut masing-masing mencapai 45,73% termasuk kategori buruk, dan kegiatan pemeliharaan tanaman mencapai 50% termasuk kategori buruk, maka diperlukan langkah-langkah terutama dalam optimalisasi penimbunan, revegetasi, dan pemeliharaan vegetasi, sehingga perlu segera diterapkan untuk mencapai target reklamasi yang lebih baik dan bisa menjadi salah satu kebijakan praktik reklamasi di Kalimantan Timur.

Kata kunci: PT Baramulti Suksessarana, pascatambang, perubahan sifat fisik dan kimia tanah, persentase keberhasilan reklamasi

PENDAHULUAN

Pertambangan batubara merupakan salah satu sektor industri yang memberikan kontribusi

signifikan terhadap perekonomian Indonesia. Namun, aktivitas pertambangan juga memiliki dampak negatif yang besar terhadap lingkungan, terutama dalam bentuk degradasi lahan, hilangnya

tutupan vegetasi, serta penurunan kualitas fisik dan kimia tanah (Gunawan dkk., 2023). Lahan bekas tambang umumnya memiliki kondisi tanah yang rusak dengan tingkat kesuburan rendah, struktur tanah yang tidak stabil, serta tingkat erosi yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya reklamasi dan revegetasi yang efektif untuk mengembalikan fungsi ekologis lahan pascatambang (Triantoro, 2024).

Revegetasi merupakan strategi utama dalam reklamasi lahan bekas tambang yang bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik melalui akumulasi serasah dan aktivitas mikroorganisme tanah (Widjaja & Suryaningtyas, 2024). Studi yang dilakukan oleh Subhan dkk. (2019) menunjukkan bahwa revegetasi dapat meningkatkan fraksi tanah liat dan debu, menurunkan massa jenis tanah, serta meningkatkan porositas tanah seiring waktu. Selain itu, revegetasi juga berkontribusi dalam memperbaiki sifat kimia tanah, seperti peningkatan kadar karbon organik, nitrogen, serta kapasitas tukar kation (KTK), yang mendukung pertumbuhan tanaman lebih lanjut (Kamarullah dkk., 2025).

Kondisi fisik tanah yang ideal sangat diperlukan dalam keberhasilan revegetasi. Tanah yang memiliki tekstur seimbang antara pasir, debu, dan liat akan lebih mampu menahan air dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Studi oleh Herniwanti (2019) menemukan bahwa lahan reklamasi pascatambang dengan revegetasi selama lebih dari 10 tahun memiliki struktur tanah yang lebih stabil, massa jenis lebih rendah, dan porositas lebih tinggi dibandingkan lahan yang baru direklamasi. Hal ini menunjukkan bahwa revegetasi jangka panjang memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas tanah secara bertahap.

Selain sifat fisik, kondisi kimia tanah juga menentukan keberhasilan revegetasi. Tanah bekas tambang sering kali memiliki pH yang cenderung asam hingga netral, kejenuhan basa tinggi, tetapi kandungan karbon organik yang rendah akibat hilangnya lapisan topsoil selama aktivitas penambangan (Komara dkk., 2020). Rendahnya kandungan bahan organik menyebabkan tanah memiliki kapasitas rendah dalam menyimpan unsur hara penting seperti nitrogen dan fosfor, yang merupakan elemen esensial bagi pertumbuhan vegetasi (Sari dkk., 2023). Untuk meningkatkan kesuburan tanah, diperlukan intervensi berupa penambahan bahan organik melalui aplikasi pupuk hijau atau kompos, serta penggunaan tanaman

penutup tanah yang dapat meningkatkan kadar nitrogen dan karbon organik melalui proses fiksasi biologis (Fauzia & Makarim, 2024).

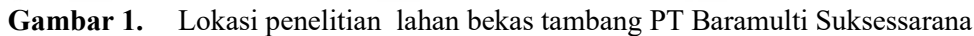
Studi-studi sebelumnya telah menyoroti pentingnya perencanaan dan pelaksanaan reklamasi yang tepat. Triantoro (2024) dalam penelitiannya di PT Bhumi Rantau Energi, Kalimantan Selatan, menekankan bahwa reklamasi harus direncanakan dengan seksama agar lahan bekas tambang dapat dimanfaatkan secara optimal oleh pemerintah maupun masyarakat sekitar. Selain itu, evaluasi kinerja reklamasi di PT Trimegah Bangun Persada, Maluku Utara, menunjukkan bahwa realisasi reklamasi mencapai 88,24%, yang tergolong dalam kategori baik (Kamarullah dkk., 2025). Temuan ini menekankan pentingnya evaluasi berkelanjutan untuk memastikan efektivitas program reklamasi.

Meskipun sejumlah studi telah mengkaji keberhasilan reklamasi di berbagai lokasi pertambangan, kajian yang secara simultan mengintegrasikan analisis sifat fisik-kimia tanah dengan pemenuhan indikator regulasi Kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 pada lahan bekas tambang batubara di Kalimantan Timur masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis perubahan sifat fisik dan kimia tanah pada beberapa umur revegetasi di lahan bekas tambang PT Baramulti Suksessarana; dan (2) mengevaluasi keberhasilan reklamasi berdasarkan indikator teknis Kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis yang berbasis data untuk optimalisasi program reklamasi dan perbaikan kualitas tanah pascatambang di Kalimantan Timur.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan bekas tambang PT Baramulti Suksessarana, yang terletak di Desa Batuah, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Wilayah ini telah mengalami aktivitas penambangan batubara dengan sistem *open pit*, yang berdampak pada perubahan karakteristik fisik dan kimia tanah. Reklamasi telah dilakukan sejak tahun 2015 hingga 2023, dengan fokus pada pemulihan fungsi ekosistem melalui berbagai upaya revegetasi dan penataan lahan. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan yang didukung oleh analisis laboratorium dan studi literatur. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara purposif berdasarkan umur revegetasi, yaitu pada empat kondisi lahan: (1) lahan penataan (tanpa revegetasi), (2) lahan revegetasi tahun 2015, (3) lahan revegetasi tahun 2022, dan (4) lahan orisinal (kontrol). Pada masing-masing kondisi lahan, sampel komposit diambil dari kedalaman 0–20 cm (lapisan zona perakaran aktif) menggunakan bor tanah, dengan tiga titik pengambilan per lokasi. Observasi lapangan meliputi pengamatan kemiringan lereng, stabilitas timbunan, dan tanda-tanda erosi di setiap plot pengamatan. Data sekunder diperoleh dari dokumen Rencana Reklamasi (RR) dan Rencana Kerja Anggaran dan Biaya (RKAB) perusahaan, peta

Adapun teknik pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2. Visualisasi pengambilan data (A) Pembuatan plot pengamatan, (B) Pembersihan area pengambilan sampel tanah, (C) Pemboran sampel tanah, (D) Pengukuran kedalaman pemboran tanah, (E) Pengambilan sampel dari pipa cincin, (F) Penyimpanan sampel tanah

Analisis Data

Analisis Fisik dan Kimia Tanah yang terdiri dari (a) Sifat fisik tanah meliputi penentuan tekstur tanah, berat isi (*bulk density*), dan porositas. Metode yang digunakan mengacu pada standar nasional dan internasional untuk memastikan keakuratan hasil (Killa dkk 2024, Bakri & Rahman, 2022). Sedangkan (b) Sifat kimia tanah meliputi Parameter yang dianalisis antara lain pH tanah, kandungan karbon organik (C-organik), nitrogen total (N-total), fosfor tersedia, kalium tersedia, kapasitas tukar kation (KTK), serta kejenuhan basa dan aluminium. Analisis ini dilakukan di laboratorium terakreditasi untuk menjamin validitas data yaitu pada Laboratorium PT. Halqilab Karya Indonesia (PT HAQ). Sedangkan evaluasi Keberhasilan Reklamasi berdasarkan (a) Penilaian keberhasilan reklamasi dilakukan berdasarkan Kepmen ESDM Nomor 1827/K/30/MEM/2018 dengan indikator luas lahan yang berhasil ditimbun kembali, tingkat keberhasilan penanaman dan pemeliharaan vegetasi dan kondisi fisik dan kimia tanah pasca reklamasi, (b) Hasil evaluasi dibandingkan dengan target reklamasi yang telah ditetapkan dalam Dokumen Rencana Reklamasi PT Baramulti Suksessarana. Selanjutnya semua data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menilai pola perubahan sifat fisik dan kimia tanah berdasarkan umur revegetasi, serta untuk menilai sejauh mana

kegiatan reklamasi telah mencapai target yang ditetapkan. Perbandingan antar kondisi lahan (lahan penataan, revegetasi 2015, revegetasi 2022, dan lahan orisinal) dilakukan secara deskriptif komparatif. Penilaian keberhasilan reklamasi dilakukan dengan menghitung persentase realisasi terhadap rencana untuk setiap indikator, kemudian dikategorikan sesuai kriteria Kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 (baik, sedang, buruk). Dimana persentase realisasi dengan nilai $\geq 80\%$ masuk dalam kategori baik, $60\% - < 80\%$ masuk dalam kategori sedang dan $< 60\%$ masuk dalam kategori buruk. Hasil analisis menjadi dasar rekomendasi perbaikan strategi reklamasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Baramulti Suksessarana merupakan perusahaan pertambangan batubara yang beroperasi di Desa Batuah, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Kegiatan penambangan dilakukan dengan sistem tambang terbuka (*open pit*) tanpa peledakan. Lahan penambangan telah beroperasi dan mengalami proses reklamasi secara bertahap sejak tahun 2015 hingga 2023, mencakup area seluas 381,87 Ha yang ditargetkan untuk direklamasi. Detail administratif perizinan usaha pertambangan dan persetujuan

lingkungan telah dipenuhi sesuai ketentuan yang berlaku.

Lokasi penambangan mencakup Desa Batuah, Desa Loa Duri Hulu, dan Desa Loa Duri Ilir, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, yang dapat dicapai melalui jalur darat dari Tenggarong dalam waktu sekitar 1–2 jam.

PT. Baramulti Suksessarana melaksanakan kegiatan revegetasi secara bertahap sesuai strategi yang telah disusun. Tahap pertama dimulai dengan penanaman **tanaman penutup tanah (cover crop)** segera setelah penebaran tanah zona perakaran, dengan tujuan melindungi permukaan tanah dari erosi dan mempercepat pembentukan bahan organik. Jenis *cover crop* yang digunakan antara lain *Mucuna bracteata*, *Centrosema pubescens*, dan *Calopogonium mucunoides* yang bersifat legum sehingga mampu memfiksasi nitrogen dari udara. Setelah *cover crop* mulai menutupi permukaan lahan, tahap selanjutnya adalah penanaman **jenis cepat tumbuh (fast growing species/FGS)**, di

antaranya sengon (*Falcataria moluccana*), akasia (*Acacia mangium*), dan jabon (*Anthocephalus cadamba*). Strategi penanaman FGS bertujuan untuk memulihkan (*remedial*) kondisi fisik dan kimia tanah secara lebih mendalam, karena secara alamiah dekomposisi serasah daun dari FGS akan mendukung terbentuknya unsur hara dan meningkatkan kandungan C-organik tanah. Pada tahap lanjut, tanaman jenis lokal (*local species*) ditanam untuk memulihkan keanekaragaman hayati sesuai dengan kondisi ekosistem setempat..

Analisis Fisik Tanah

Revegetasi pada lahan pascatambang berkaitan dengan karakteristik sifat fisika tanah (Pranata, 2023 dan Putri dkk., 2023). Hasil analisis sifat fisik tanah pada lokasi penelitian revegetasi ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa penilaian sifat fisik tanah PT Baramulti Suksessarana

No	Parameter	Lahan penataan	Revegetasi 2015	Revegetasi 2022	Lahan original
1	Tekstur	Liat 9%	Liat 15%	Liat 17%	Liat 2,5%
		Debu 15,5%	Debu 14,5%	Debu 13%	Debu 12%
		Pasir 75,5%	Pasir 70,5%	Pasir 70%	Pasir 85,5%
	Kelas tekstur	Lempung berpasir	Lempung berpasir	Lempung berpasir	Pasir
2	Massa jenis	1,15 gr/cm ³	1,02 gr/cm ³	1,09 gr/cm ³	1,08 gr/cm ³
3	Porositas	56,62%	61,44%	59%	59,24%

Sumber: Hasil analisis laboratorium, 2024

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat dijelaskan bahwa berdasarkan parameter tekstur tanah, lahan penataan memiliki kandungan pasir tertinggi (75,5%) dibandingkan dengan lahan revegetasi dan lahan original. Berdasarkan segitiga tekstur USDA, lahan penataan, revegetasi 2015, dan revegetasi 2022 tergolong dalam kelas tekstur **lempung berpasir (sandy loam)**, sedangkan lahan original tergolong **pasir (sand)**. Perubahan kelas tekstur dari pasir pada lahan original menjadi lempung berpasir pada lahan revegetasi mengindikasikan bahwa aktivitas revegetasi secara bertahap meningkatkan fraksi liat melalui akumulasi bahan organik dan aktivitas biologi tanah, sehingga memperbaiki kemampuan tanah dalam menahan air dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Killa dkk., 2024;

Bakri & Rahman, 2022). Lahan revegetasi tahun 2015 dan 2022 menunjukkan peningkatan kandungan fraksi tanah liat masing-masing sebesar 15% dan 17%, yang mengindikasikan perkembangan struktur tanah lebih baik dibandingkan lahan penataan. Meskipun secara umum revegetasi yang lebih tua diharapkan memiliki fraksi liat yang lebih tinggi, data menunjukkan bahwa fraksi liat pada lahan revegetasi 2022 (17%) sedikit lebih tinggi dibandingkan revegetasi 2015 (15%). Kondisi ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, kedua lokasi pengambilan sampel berada pada area penimbunan *overburden* yang berbeda, sehingga heterogenitas bahan induk tanah merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap perbedaan fraksi

liat awal. Kedua, pada lahan revegetasi 2015 yang telah berumur lebih panjang, perkembangan sistem perakaran yang lebih intensif mendorong terbentuknya makropori yang mempercepat proses eluviasi partikel liat ke lapisan tanah lebih dalam, sehingga fraksi liat pada lapisan permukaan (0–20 cm) cenderung berkurang seiring waktu (Pranata, 2023). Ketiga, aktivitas dekomposisi bahan organik pada revegetasi 2022 yang masih dalam fase awal berkontribusi pada stabilisasi agregat mikro kaya liat di lapisan permukaan tanah. Dengan demikian, perbedaan fraksi liat sebesar 2% antara kedua periode revegetasi lebih mencerminkan pengaruh variabilitas spasial bahan induk dan proses eluviasi, bukan semata-mata perbedaan umur revegetasi. Sedangkan lahan original memiliki dominasi pasir tertinggi (85,5%) dan kandungan tanah liat terendah (2,5%), yang menunjukkan tekstur tanah cenderung lebih kasar. Sedangkan berdasarkan parameter massa jenis tanah (*bulk density*), nilai massa jenis tanah tertinggi terdapat pada lahan penataan (1,15 gr/cm³), menunjukkan kondisi tanah yang lebih padat. Lahan revegetasi tahun 2015 memiliki massa jenis terendah (1,02 gr/cm³), yang menunjukkan perkembangan struktur tanah yang lebih baik akibat proses revegetasi jangka panjang dan lahan revegetasi tahun 2022 dan lahan orisinal memiliki nilai massa jenis yang relatif serupa (1,09 gr/cm³ dan 1,08 gr/cm³). Sedangkan jika dilihat dari parameter porositas tanah, porositas tertinggi terdapat pada lahan revegetasi tahun 2015 (61,44%), yang mencerminkan peningkatan aerasi dan ketersediaan ruang pori akibat pengaruh vegetasi yang telah berkembang lebih lama, lahan revegetasi tahun 2022 memiliki porositas lebih tinggi (59%) dibandingkan lahan penataan

(56,62%), namun masih lebih rendah dibandingkan lahan revegetasi tahun 2015 dan lahan original memiliki porositas 59,24%, yang relatif lebih baik dibandingkan lahan revegetasi tahun 2022 tetapi lebih rendah dibandingkan lahan revegetasi tahun 2015.

Penelitian ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Subhan dkk. (2019) yang menemukan bahwa revegetasi mampu meningkatkan fraksi tanah liat dan debu, menurunkan massa jenis tanah, serta meningkatkan porositas tanah secara bertahap seiring dengan bertambahnya usia revegetasi. Studi lain oleh Herniwanti (2019) menunjukkan bahwa lahan reklamasi pascatambang dengan revegetasi selama lebih dari 10 tahun memiliki struktur tanah yang lebih stabil, massa jenis yang lebih rendah, dan porositas lebih tinggi dibandingkan lahan yang baru direklamasi. Selain itu didukung oleh penelitian Fauzia dan Makarim (2025), yang menyatakan bahwa revegetasi dapat meningkatkan agregasi tanah melalui peningkatan kandungan bahan organik, yang berkontribusi terhadap peningkatan porositas dan penurunan kepadatan tanah. Hal ini menunjukkan bahwa revegetasi pada lahan reklamasi pascatambang berkontribusi terhadap peningkatan kualitas fisik tanah, khususnya dalam penurunan massa jenis tanah dan peningkatan porositas, sebagaimana sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya.

Analisis Kimia Tanah

Penurunan kualitas tanah pada lahan tambang dapat di atasi dari segi sifat fisika dan juga sifat kimia tanah. Adapun data terkait sifat kimia tanah dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2. Klasifikasi sifat kimia tanah di PT. Baramulti Suksessarana

No	Parameter	Lahan Penataan	Revegetasi 2015	Revegetasi 2022	Lahan Original
1	pH H ₂ O	7,8 (AL)	7,55 (AL)	7,55 (AL)	5,97 (AM)
2	C Organik	0,71 (SR)	0,56 (SR)	1,51 (R)	1,55 (R)
3	N Total	0,06 (SR)	0,35 (S)	0,12 (S)	0,11 (S)
4	Rasio C/N	12,12 (S)	8,2 (R)	13,55 (S)	13,42 (S)
5	P ₂ O ₅ Tersedia	16,29 (T)	2,38 (SR)	2,93 (SR)	3,11 (SR)
6	K ₂ O Tersedia	342,98 (ST)	313,35 (ST)	292,04 (ST)	226,67 (ST)
7	Ca ²⁺	0,13 (SR)	0,13 (SR)	0,12 (SR)	0,72 (SR)
8	Mg ²⁺	0,25 (SR)	0,24 (SR)	0,38 (SR)	1,17 (S)
9	Na ⁺	0,67 (S)	1,37 (ST)	1,1 (ST)	2,23 (ST)
10	K ⁺	26,62 (ST)	26,68 (ST)	26,32 (ST)	12,37 (ST)
11	CTK	28,40 (T)	28,66 (T)	28,45 (T)	16,91 (R)

No	Parameter	Lahan Penataan	Revegetasi 2015	Revegetasi 2022	Lahan Original
12	Kejenuhan Basa	98,87 (ST)	97,78 (ST)	98,14 (ST)	97,41(ST)
13	Kejenuhan Al	3,72 (SR)	7,39 (SR)	4,48 (SR)	0,79 (SR)

Sumber: Hasil analisis laboratorium, 2024

Keterangan: AM (Agak masam); AL (Agak alkalis); M (masam); SM (sangat masam); SR (sangat rendah); R(rendah); S (Sedang); T (tinggi) dan ST (Sangat tinggi)

Berdasarkan Tabel 2 terkait parameter pH dan kejenuhan basa menunjukkan bahwa topsoil memiliki pH H₂O yang agak alkalis, kejenuhan basa sangat tinggi, dan kejenuhan aluminium yang sangat rendah dan kondisi ini umum terjadi pada tanah Ultisols di bawah vegetasi hutan hujan tropis, di mana basa-basa dapat tukar terlarut akibat asam organik dari dekomposisi serasah dan kemudian terinfiltrasi ke dalam tanah bersama air hujan (Komara dkk., 2020). Terkait kapasitas tukar kation (KTK) menunjukan bahwa Nilai KTK tergolong tinggi, yang berkaitan erat dengan tingginya kandungan liat pada *topsoil* sedangkan proses erosi yang terjadi akibat penutupan lahan menyebabkan fraksi liat tetap berada dalam tanah, sementara fraksi pasir cenderung meningkat (Sadhu dkk., 2012; Azidun dkk., 2023). Kandungan karbon organik dan nitrogen total menunjukkan bahwa kandungan C-organik pada *topsoil* tergolong sangat rendah akibat paparan langsung pada lahan terbuka tanpa adanya vegetasi penutup, yang mempercepat dekomposisi bahan organik melalui penguapan (Sari dkk., 2023), sedangkan kandungan N total tergolong sedang, yang mengindikasikan bahwa sebagian nitrogen masih tersedia karena tidak terjadi penguapan yang signifikan serta adanya sedikit suplai bahan organik dari revegetasi.

Kandungan fosfor (P) tersedia menunjukan bahwa kandungan P tersedia sangat rendah karena Rendahnya kandungan P tersedia pada lahan pascatambang PT Baramulti Suksessarana tidak hanya disebabkan oleh bahan induk tanah yang secara alami miskin mineral sumber P, tetapi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain yang saling berinteraksi. Faktor utama yang memperparah kondisi ini adalah fiksasi P oleh oksida besi (Fe³⁺) dan aluminium (Al³⁺) yang sangat intensif terjadi pada tanah Ultisols yang terekspos akibat proses penambangan, di mana ion fosfat membentuk ikatan koordinasi yang kuat dengan permukaan oksida logam tersebut sehingga tidak dapat diserap tanaman (Erisa dkk., 2018). Selain itu, hilangnya lapisan *topsoil* berkualitas akibat pengupasan mekanis dan penurunan drastis aktivitas mikroorganisme pelarut fosfat (*phosphate*

solubilizing bacteria) serta fungi *mikoriza arbuskula* menyebabkan siklus P biologis di dalam tanah terganggu. Rendahnya kandungan C-organik (sangat rendah pada seluruh lokasi penelitian) turut memperparah kondisi ini karena bahan organik berperan sebagai kompetitor anion terhadap tapak adsorpsi Fe dan Al, sehingga tanpa bahan organik yang memadai, fiksasi P berlangsung semakin intensif. Dengan demikian, upaya ameliorasi P pada lahan reklamasi pascatambang perlu mempertimbangkan pendekatan yang komprehensif, mencakup penambahan pupuk fosfat alam, inokulasi mikroba pelarut fosfat, serta peningkatan kandungan bahan organik tanah secara simultan. Sedangkan rendahnya bahan organik dalam tanah juga berkontribusi terhadap rendahnya ketersediaan P. Terkait parameter kandungan Kalium (K) tersedia menunjukkan bahwa kandungan K tersedia tergolong sangat tinggi, yang diduga karena Ultisols sebagai bahan asal *topsoil* memang kaya akan K dan Pembukaan lahan untuk penambangan tidak menyebabkan kehilangan K secara signifikan akibat erosi, berbeda dengan pembukaan lahan untuk pertanian yang dapat mengurangi K hingga 50% (George dkk., 2012).

Tanah reklamasi pascatambang menunjukkan beberapa sifat khas Ultisols, seperti kejenuhan basa tinggi, kapasitas tukar kation yang baik, tetapi kandungan C-organik dan P tersedia yang sangat rendah (Santi dkk., 2022). Pengelolaan tanah reklamasi perlu mempertimbangkan peningkatan kandungan bahan organik untuk memperbaiki keseimbangan unsur hara dan memperbaiki sifat kimia tanah agar lebih mendukung pertumbuhan vegetasi revegetasi. Meskipun kandungan K tersedia cukup tinggi, ketersediaan P yang rendah menjadi faktor pembatas dalam mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga perlu adanya upaya ameliorasi tanah, seperti penambahan pupuk organik atau fosfat alami (Fauzia dan Makarim, 2024).

Evaluasi Keberhasilan Reklamasi

Perusahaan pertambangan wajib melakukan evaluasi keberhasilan reklamasi pada

lahan bekas tambang batubara sebagai bagian dari upaya pengelolaan lingkungan hidup. Penilaian ini bertujuan untuk meninjau sejauh mana lahan bekas tambang dapat dikembalikan mendekati kondisi habitat aslinya, sehingga proses restorasi dapat berjalan secara efektif dan efisien saat diterapkan di lapangan (Gunawan dkk., 2023).

Menurut Buchori dkk. (2018), terdapat beberapa faktor utama yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan reklamasi dalam rangka memulihkan keanekaragaman hayati dan

memperbaiki lahan yang rusak. Faktor-faktor tersebut meliputi usia reklamasi, tingkat keanekaragaman vegetasi, serta karakteristik kimia tanah. Dalam penelitian ini, evaluasi terhadap keberhasilan reklamasi pascatambang dilakukan dengan mengacu pada Peraturan Menteri ESDM No. 1827K/30/MEM/2018 mengenai Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Hasil evaluasi reklamasi berdasarkan indikator yang ditetapkan dalam Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 disajikan dalam Tabel 3

Tabel 3. Evaluasi penilaian kriteria keberhasilan reklamasi PT Baramulti Suksessarana

No	Objek Kegiatan	Parameter	Rencana/ Standar	Realisasi/ Aktual	Hasil Evaluasi	Kriteria
1	Penimbunan kembali lahan bekas tambang	luas area yang ditimbun	381,87 Ha	174,64 Ha	45,73 %	Buruk
2	Penataan lahan	luas area yang ditata	361,39 Ha	282,26 Ha	78,10 %	Sedang
3	Penebaran tanah zona pengakaran	luas area yang ditebar	381,87 Ha	174,64 Ha	45,73 %	Buruk
		pH tanah	6-7	6,88	100%	Baik
		luas area penanaman	381,87 Ha	174,64 Ha	45,73 %	Buruk
4	Penanaman	rasio pertumbuhan tanaman	0,004	0,004	100 %	Baik
5	Pengelolaan material pembangkit air asam tambang	pH air	6 - 9	6,68	100%	Baik
		Pemupukan	500 grm/Batang	500 grm/Batang	100%	Baik
6	Pemeliharaan	Pengendalian gulma, hama, dan penyakit tanaman	1	1	100 %	Baik
		Penyulaman	10%	5%	50%	Kurang
Jumlah					765,29 %	
Persentase rata-rata					76,5%	Sedang

Sumber: Dokumen RKAB P PT Baramulti Suksessarana tahun 2019-2024 dan hasil laboratorium, 2023

Berdasarkan Tabel 3 di atas dapat dijelaskan bahwa Hasil evaluasi reklamasi berdasarkan indikator yang ditetapkan dalam Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, penimbunan kembali lahan yang dilakukan oleh PT Baramulti Suksessarana hanya mencapai 45,37% dengan kategori buruk mengingat nilainya < 60%. Hal ini disebabkan karena bukan tambang sangat luas, rencana produksi batubara yang tinggi, ketebalan batubara yang relatif tebal dan penimbunan tanah/batuan penutup (*overburden*) ditimbun di luar tambang (*out pit dump*). Sedangkan realisasi luas lahan bekas tambang dan *disposal* yang telah ditata dari realisasi luas lahan bekas tambang dan *disposal* yang harus ditata adalah sebesar 78,10% dengan kategori sedang karena kegiatan penimbunan tanah/batuan penutup (*overburden*) di dalam tambang (*in pit dump*) dan di luar tambang (*out pit dump*) belum mencapai luas dan elevasi akhir sesuai desain sehingga kegiatan penataan lahan (*recontouring*) belum optimal. Realisasi luas lahan bekas tambang dan *disposal* yang telah dilakukan penebaran tanah zona pengakaran dari realisasi bukaan lahan untuk tambang dan *disposal* yang harus dilakukan

penebaran tanah zona pengakaran adalah sebesar 45,73% dengan kategori buruk karena kegiatan penataan lahan (*recontouring*) di dalam tambang dan di luar tambang belum mencapai luas yang belum optimal sehingga mempengaruhi realisasi kegiatan penebaran tanah zona pengakaran. Sedangkan yang masuk dalam kategori baik adalah penebaran tanah zona pengakaran pH tanah, rasio pertumbuhan tanaman, pH air, pemupukan dan pengendalian gulma, hama dan penyakit yang masing-masing memiliki nilai 100%. Sedangkan penyulaman memiliki nilai 50% dan masuk dalam kategori kurang.

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa persentase hasil keberhasilan pelaksanaan reklamasi adalah 76,52% sehingga masuk kategori sedang. Berdasarkan hasil evaluasi keberhasilan pelaksanaan reklamasi tersebut, terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai persentase keberhasilan reklamasi dengan cara melakukan penimbunan kembali lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang (*mine out*). Perusahaan juga harus melakukan penataan lahan pada area *in*

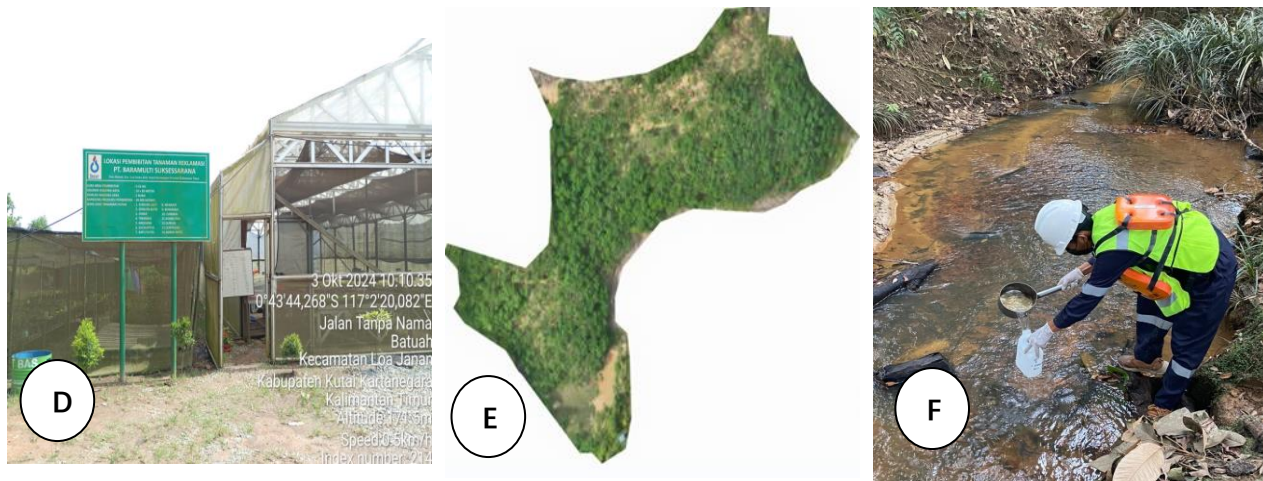
pit dump dan *out pit dump* yang telah selesai dilakukan penimbunan, melakukan penebaran tanah zona pengakaran pada area yang telah selesai dilakukan penataan lahan dan dilanjutkan dengan kegiatan revegetasi tanaman penutup, tanaman cepat tumbuh dan tanaman lokal, meningkatkan frekuensi pengendalian gulma, pengendalian hama dan pengendalian penyakit tanaman berdasarkan hasil analisa, melakukan pemupukan secara teratur dan sesuai dengan dosis yang dibutuhkan, Perusahaan juga melakukan pembukaan lahan yang seimbang dengan program reklamasi. Peningkatan pengawasan kegiatan reklamasi dan menambah jumlah karyawan untuk program reklamasi.

Keberhasilan reklamasi PT Baramulti Suksessarana mencapai 76,52% sehingga masuk dalam kategori sedang. Nilai ini lebih rendah dibandingkan penelitian Kamarullah dkk. (2025) yang mencapai 88,24% (kategori baik) pada tambang nikel PT Trimegah Bangun Persada di Maluku Utara. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan jenis komoditas tambang, desain penataan lahan, serta tingkat kematangan program revegetasi. Tambang batubara dengan sistem open pit umumnya menghasilkan bukaan lahan yang lebih luas dan dalam dibandingkan tambang nikel, sehingga proses penimbunan kembali dan penataan lahan memerlukan waktu dan sumber daya yang lebih besar. Sementara itu, penelitian Gunawan dkk. (2023) di Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan, juga menemukan bahwa keberhasilan reklamasi belum mencapai

hasil optimal akibat penataan lahan yang kurang baik, yang menyebabkan terjadinya longsor, erosi, dan sedimentasi. Kondisi ini sejalan dengan temuan penelitian ini, di mana aspek penimbunan kembali dan penebaran tanah zona perakaran menjadi titik lemah utama yang menghambat peningkatan nilai keberhasilan reklamasi secara keseluruhan. Capaian 76,52% yang masih berada pada kategori sedang mengindikasikan bahwa program reklamasi PT Baramulti Suksessarana memerlukan intervensi serius, khususnya pada aspek penimbunan kembali lahan, penataan lahan, dan penebaran *topsoil*, agar dapat naik ke kategori baik sesuai ketentuan Kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018. Dari perspektif sosial-ekologis, reklamasi yang hanya berada pada kategori sedang berimplikasi pada lambatnya pemulihan fungsi ekosistem, berkurangnya jasa lingkungan bagi masyarakat sekitar, serta meningkatnya risiko erosi dan pencemaran air di area sekitar tambang.

Untuk meningkatkan efektivitas reklamasi, perlu dilakukan pengelolaan lebih lanjut terhadap stabilitas timbunan dan optimalisasi pemanfaatan material tanah pucuk. Selain itu, pengelolaan material pembangkit air asam tambang harus diperkuat guna mencegah dampak lingkungan negatif di sekitar area reklamasi. Hal ini selaras juga dengan penelitian Triantoro (2017) bahwa dengan kegiatan reklamasi harus dikelola dengan baik dengan perencanaan yang matang agar kegiatan reklamasi sesuai dengan yang diharapkan.





Gambar 3. Kegiatan reklamasi PT Baramulti Suksessarana (A) kegiatan penimbunan kembali lahan bekas tambang, (B) kegiatan penataan lahan dan penebaran tanah zoan perakaran, (C) Pengambilan sampel tanah (D) Rumah pembibitan (*nursery*); (E) Foto drone area revegetasi lahan pascatambang PT Baramulti Suksessarana tahun penanaman 2023, (F) Kegiatan pengambilan sampel air

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa revegetasi berdampak positif terhadap sifat fisika tanah, terutama dalam meningkatkan kandungan liat, mengurangi massa jenis tanah, dan meningkatkan porositas sedangkan analisis sifat kimia tanah memiliki kondisi kimia yang cukup baik dalam aspek pH dan kejenuhan basa, tetapi rendah dalam kandungan bahan organik akibat degradasi lahan. Kegiatan revegetasi yang lebih optimal diperlukan untuk meningkatkan kandungan C-organik dan menjaga keseimbangan nutrisi tanah agar mendukung keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang. Secara keseluruhan, keberhasilan reklamasi yang di capai oleh PT Baramulti Suksessarana mencapai 76,52% hal ini menunjukkan bahwa upaya reklamasi yang telah dilakukan oleh perusahaan belum sepenuhnya optimal tetapi juga tidak tergolong rendah. Meskipun ada beberapa aspek yang sudah menunjukkan hasil yang baik, aspek utama seperti penimbunan kembali lahan, penataan lahan, dan penebaran tanah zona pengakaran masih perlu ditingkatkan agar persentase keberhasilan reklamasi dapat meningkat dari kategori sedang ke kategori baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung melalui skema pendanaan mandiri, serta kerja sama dengan PT Baramulti Suksessarana dan berbagai pihak swasta lainnya.

Kami berterima kasih kepada seluruh tim laboratorium dan teknisi lapangan yang telah berkontribusi dalam pengumpulan data dan analisis serta tidak ada konflik kepentingan yang dapat memengaruhi hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azidun, A., Ginting S., Resman, R., Darwis, D., Alam, S., Namriah. (2023). Analisis beberapa sifat fisika dan kimia tanah pada agroekosistem berbda di Desa Lasori, Mawasangka Timur Kabupaten Buton Tengah. *Journal of Agriculture and Technology*, 1(2), 112-120. Retrieved from <https://journal.eduartpia.id/index.php/agritec hpedia/article/view/28>
- Bakri, A., Pagiu, S., & Rahman, A. (2022). Analisis sifat fisika tanah pada beberapa penggunaan lahan di Desa Maku Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi. *Agrotekbis*, 10(1), 1–8.
- Buchori, D., Rizali, A., Rahayu, G.A., Mansur, I. (2018). Insect diversity in post-mining areas: investigating their potential role as bioindicator of reclamation success', *Biodiversitas*, 19(5), 1696–1702. <http://dx.doi.org/10.13057/biodiv/d190515>.
- Erisa, D., Munawar., Zuraidda. (2018). Kajian fraksionasi fosfor (p) pada beberapa pola penggunaan lahan kering Ultisol di Desa Jalin Jantho Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(2), 391-399. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v3i2.7462>.
- Fauzia, A., Makarim, M. N. (2024). Studi literatur: restorasi lahan pascatambang batu bara di Kalimantan Timur. *Peatland Agriculture and*

- Climate Change Journal*, 1(1), 52-70.
<https://doi.org/10.61511/paccvli1.2024.620>.
- George, E., W. J. Horst, and E. Neumann. (2012). *Adaptation of plants to adverse chemical soil conditions*. pp 409-472. In Petra Marschner: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third Edition. Academic Press. ISBN: 978-0-12-384905-2
- Gunawan, C., Badaruddin, Kissinger, Susanti., H. (2023). Keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang batubara studi kasus izin usaha pertambangan di Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Timur, *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 19(1), 76-87.
- Herniwanti. (2019). *Evaluasi Revegetasi Pasca Penambangan Batubara*. Syiah Kuala University Press, Aceh.
- Kamarullah, S., Najamuddin, N., Rauf, I., Sabaruddin, S., Sultan, M. A., Zamzam, Z., & Gaus, A. (2025). Evaluasi kinerja reklamasi lahan bekas tambang nikel PT. Trimegah Bangun Persada di Pulau Obi, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(1), 1-9. <https://doi.org/10.14710/jil.23.1.1-9>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). *Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Killa, Y., M. Ndapamuri, M. H., Ratu, E., U., Teul, M., U. (2024). Kajian sifat fisik tanah pada lahan kering beriklim kering di Kecamatan Wulla Waijelu Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Galung Tropika*, 12(1), 19-26. <https://doi.org/10.2.1850/jgt.v13il.1161>.
- Komara, L., L., Murtinah, V., Edwin, M. (2020). Karakteristik tanah pada lahan reklamasi pascatambang batu bara dan lahan yang belum di tambang di Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. *Laporan Penelitian*. Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian (STIPER), Sangatta.
- Putri, A., Iskandar, I., Oktariani, P., & Limin, A. (2023). Effect of coal ash enriched compost on soil chemical properties of ultisols. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1266(1), 012076. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1266/1/012076>
- Pranata, Z. S. (2023). Keterkaitan revegetasi dengan karakteristik sifat tanah pada lahan pascatambang tembaga di Nusa Tenggara Barat. Bogor: Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/122554>.
- Sadhu, K., Adhikari, K., Gangopadhyay A. (2012). Effect of mine spoil on native soil of lower Gondwana Coal Fields: Raniganj Coal Mines Area, India. *Environmental Sciences*, 2(3), 1675-1688. <https://doi.org/10.6088/ijes.002020300052>.
- Sari, R., Maryam., Yusmah, R., A. (2023) Penentuan C-organik pada tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan keberlanjutan umur tanaman dengan metode spektrofotometri UV VUS. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), <https://doi.org/10.32520/jtp.v12i1.2598>.
- Santi, R., A. Rezki, D., Adrinal. (2022). Kajian sifat fisika lahan bekas tambang emas, lahan kebun sawit dan hutan pada ultisol. *Jurnal Riset Perkebunan*, 3(2), 77-92.
- Subhan, E., Salampak., Embang A. E., Masliani. (2019). Analisis tingkat kesuburan tanah lahan bekas penambangan batubara PT. Senamas Energindo Mineral Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(2), 34-40.
- Sudarmaji, T & Hartati W. (2023). Keterpulihan ekosistem lahan pascatambang batubara tertinggal jauh di belakang keberhasilan rehabilitasi lahan. *Jurnal Hutan Tropis*, 7(1),
- Triantoro, A. (2024). Evaluasi reklamasi lahan tambang untuk pemanfaatan lahan berkelanjutan di PT Bhumi Rantau Energi. *Jurnal Reklamasi & Rehabilitasi Lahan*, 14(1), 34-50. <https://doi.org/10.1001/example1>