

EVALUASI STATUS KESUBURAN TANAH DI AREAL REKLAMASI DAN PASCATAMBANG PT INDOMINCO MANDIRI

Jamilatul Munawarah^{1*}, Sidik Robi Mardiana¹, Siti Alya Uzahry¹, Agung Adithya Priahutama¹, Ifdhal Ahdiyaka¹, dan Rizki Maharani²

¹PT Ecology and Conservation Center for Tropical Studies (ECOSITROP), Komplek Talang Sari Regency Cluster Dahlia No. C15 RT 07 Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia.

²Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Gedung B.J. Habibie, Jl. M.H. Thamrin No.8, Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia.

E-Mail: jmuna.warah@gmail.com (*Corresponding author)

Submit: 14-06-2024

Revisi: 21-02-2025

Diterima: 26-02-2025

ABSTRAK

Evaluasi Status Kesuburan Tanah di Areal Reklamasi dan Pascatambang PT Indominco Mandiri. Aktivitas pertambangan batubara dengan sistem terbuka di Indonesia, termasuk di areal PT Indominco Mandiri (PT IMM), selain mendatangkan dampak positif dari segi ekonomi, tak pelak juga mendatangkan dampak negatif terutama terhadap lingkungan. Perubahan lingkungan yang paling mengkhawatirkan berkaitan dengan perubahan bentang lahan dan keseimbangan ekosistem permukaan tanah, termasuk kerusakan terhadap kualitas tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kegiatan revegetasi terhadap status kesuburan tanah di areal reklamasi dan pascatambang PT IMM. Pengumpulan data dilakukan sebanyak dua kali pengamatan di tahun 2022 dan 2024. Analisa kesuburan tanah dilakukan terhadap beberapa sampel tanah yang terdiri dari tanah tidak terusik untuk uji sifat fisik dan tanah komposit untuk uji sifat kimia tanah yang disertai dengan pengamatan lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa kesuburan tanah yang dilakukan pada tahun pengamatan 2022 dan 2024, tingkat kesuburan tanah di areal PT IMM termasuk dalam kategori rendah. Rendahnya status kesuburan tanah tersebut, diperkirakan bukan hanya akibat dari kegiatan pertambangan batubara yang dilakukan, melainkan juga merupakan kondisi kesuburan pada rona awal tanah yang memang tergolong rendah. Meskipun demikian, jika dilihat dari hasil analisa kimia tanahnya, secara umum ada beberapa sifat tanah yang nilai indikator kesuburannya mengalami perbaikan dari tahun 2022 ke tahun pengamatan 2024. Hal ini mengisyaratkan bahwa program revegetasi yang dilakukan oleh PT IMM secara perlahan dapat memperbaiki kualitas tanah di areal sekitar.

Kata kunci : Evaluasi, Kesuburan Tanah, PT IMM, Revegetasi.

ABSTRACT

Evaluation of Soil Fertility Status in PT Indominco Mandiri Reclamation and Post-mining Areas. Open-system coal mining activities in Indonesia, including in the PT Indominco Mandiri (PT IMM) area, apart from having a positive impact from an economic perspective, inevitably also have a negative effect, especially on the environment. The most worrying environmental changes are related to the landscape and balance of land surface ecosystems, including damage to soil quality. This research aims to determine the effect of revegetation activities on soil fertility status in the reclamation and post-mining areas of PT IMM. Data collection was carried out twice in 2022 and 2024. Soil fertility analysis was carried out on several soil samples consisting of undisturbed soil for physical properties and composite soil for soil chemical properties testing, accompanied by field observations. Based on the results of observations and analysis of soil fertility in 2022 and 2024, the soil fertility level in PT IMM is included in the low category. It is estimated that the low fertility status of the land is not only a result of the coal mining activities carried out but is also a condition at the initial soil level, which is relatively low. However, if we look at the results of the soil chemical analysis, there are several soil properties whose fertility indicator values have improved from 2022 to the observation year 2024. This suggests that the revegetation program carried out by PT IMM can slowly improve the soil quality in the area.

Keywords : Evaluation, PT IMM, Revegetation, Soil Fertility.



1. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), realisasi batubara dalam negeri pada tahun 2023 mencapai 775,2 juta ton, atau sekitar 112% dari target yang ditetapkan. Produktivitas batubara yang tinggi tersebut pada akhirnya menimbulkan dampak yang signifikan terhadap lingkungan, terutama pada aktivitas pertambangan yang dilakukan dengan menggunakan sistem tambang terbuka (*open pit*).

Kegiatan pertambangan batubara yang dilakukan oleh pemegang izin pertambangan PT Indominco Mandiri (PT IMM) menggunakan sistem tambang terbuka (*open pit*). Secara umum, pertambangan dengan sistem terbuka meliputi pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan penutup tanah (*over burden*), pembongkaran lapisan batubara, dan pengangkutan batubara ke tempat penampungan (*stockpile*). Pengaruh pertambangan dengan menggunakan ini pada umumnya memiliki resiko yang lebih tinggi terhadap lingkungan dari pada pertambangan dengan sistem lainnya. Menurut Nursanti (2018), kegiatan pertambangan terbuka yang dilakukan diatas permukaan tanah mampu merubah bentang alam dan keseimbangan ekosistem permukaan tanah. Sehingga pada akhirnya akan meninggalkan lahan terdegradasi yang cenderung kritis. Selain itu, Reflianty & Endriani (2018) juga menyatakan bahwa lahan pascatambang akan memiliki karakteristik seperti lahan yang rusak dan mudah mengalami erosi, lapisan *top soil* yang cenderung tipis, tanah yang padat dan sulit diolah, mempunyai tekstur, struktur, porositas dan *bulk density* yang tidak mendukung untuk dilakukan

kegiatan penanaman. Akibatnya, kondisi tanah tersebut akan mengganggu proses pertumbuhan tanaman revegetasi yang dibudidayakan.

Guna meminimalisir kerusakan dari kegiatan pertambangan, pemerintah telah mengeluarkan kebijakan yang mewajibkan seluruh pemegang izin pertambangan untuk melakukan kegiatan reklamasi seperti yang tertuang dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 7 Tahun 2014 dan Peraturan Pemerintah Nomor 78 Tahun 2010. Dalam peraturan tersebut, disebutkan bahwa pada seluruh areal pascatambang diwajibkan untuk dilakukan kegiatan reklamasi. Reklamasi merupakan kegiatan yang dilakukan dengan tujuan memperbaiki lahan pascatambang agar dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya. Dalam pelaksanaannya terdapat beberapa kendala dalam upaya pemulihan tersebut, sesuai temuan Sobari et al. (2024), bahwa pemulihan lahan bekas tambang menghadapi beberapa masalah seperti pengikisan tanah dan tanah kering karena terjadinya erosi dan rendahnya *Water Holding Capacity* (WHC) lapang. Dengan demikian, perbaikan kualitas tanah perlu dilakukan sebagai tahap awal dalam upaya pemulihan lahan pascatambang.

Pengelolaan lansekap pada lahan pascatambang tidak lepas dari tindakan konservasi tanah (Erfendi, 2017). Hal ini bertujuan untuk mencegah erosi dan aliran permukaan tanah, serta memulihkan dan meningkatkan kualitas tanah. Salah satu pendekatan pemulihan kualitas tanah dan pencegahan degradasi lahan adalah dengan membangun sumber bahan organik, dengan cara rotasi tanaman, pengembalian sisa tanaman, penggunaan mulsa tanaman, pemberian tanaman *cover crops*, dan tanaman pagar sebagai upaya pencegahan tercucinya lapisan permukaan tanah akibat aliran air permukaan.

Berdasarkan uraian di atas, untuk mengetahui pengaruh kegiatan revegetasi terhadap status kesuburan tanah di areal pascatambang, maka PT IMM bekerjasama dengan *Ecology and Conservation Center for Tropical Studies* (PT Ecositrop) melakukan kerjasama analisa kesuburan tanah pada daerah-daerah yang menjadi target penelitian. Kawasan yang menjadi target studi adalah kawasan reklamasi dengan tujuan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia tanah pada areal konsesi perusahaan hingga dapat diketahui status kesuburan tanah pada areal tersebut.

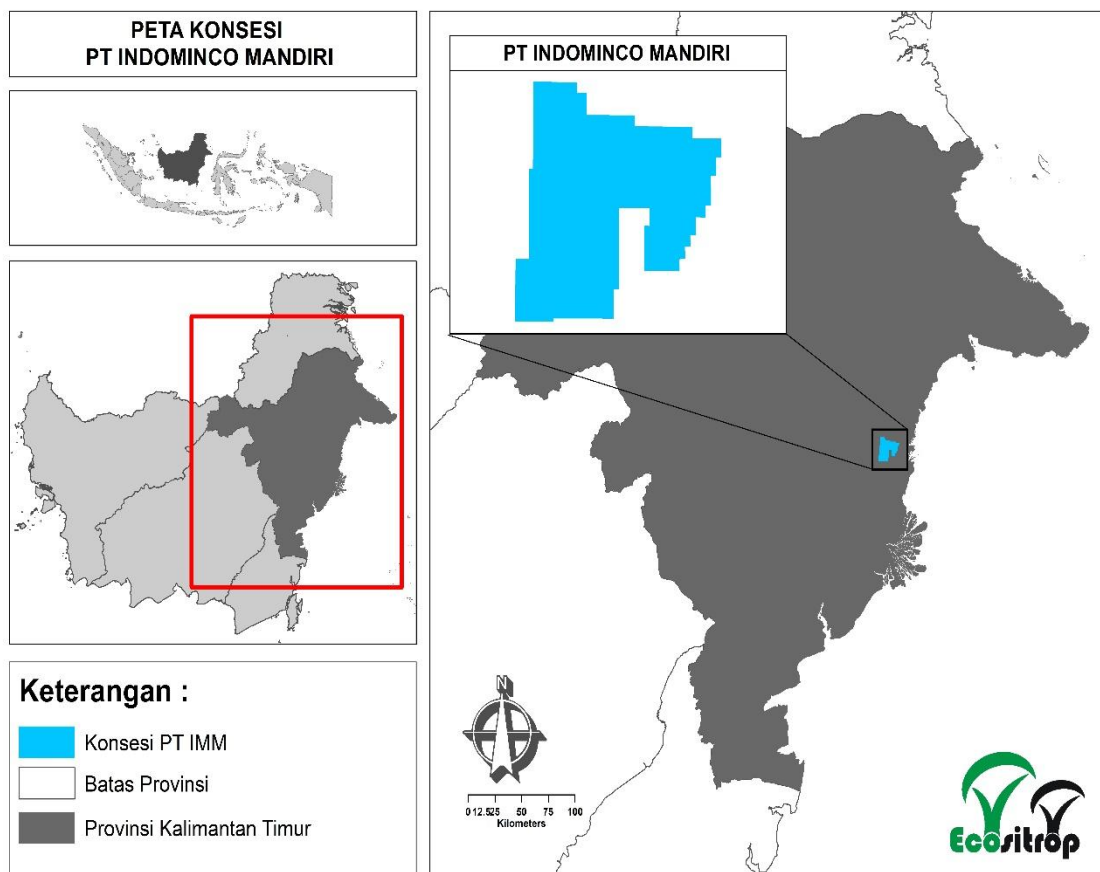
2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah usaha pertambangan PT IMM, yang

secara administrasi terletak di Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi pengambilan sampel diupayakan dapat mempresentasikan semua lokasi yang ada di kawasan reklamasi dan pascatambang PT IMM (Gambar 1.)

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2022 dan 2024 yang terbagi dalam 2 tahap pengamatan yaitu, Pengamatan I dilakukan pada bulan September sampai dengan November 2022, sedangkan Pengamatan II dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2024. Secara umum, kedua pengamatan tersebut dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan tim, orientasi lapangan pada seluruh areal yang akan dianalisa dan desain kegiatan, tahap pengambilan sampel tanah, tahap analisa data, dan penyusunan laporan hasil penelitian.



Gambar 1. Peta konsesi PT Indominco Mandiri.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah alat tulis, form isian kondisi lokasi penelitian, GPS, alat ukur, palu, *ring samples*, *hand tools*, plastik, karung, dan bor tanah.

2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 2 (dua) kali pengamatan dalam kurun waktu tahun 2022 dan 2024. Caranya dengan mengambil sejumlah sampel tanah (± 500 g/sampel) pada setiap titik lokasi pengamatan. Tujuannya untuk mengetahui karakteristik kesuburan tanah pada areal tanah yang dianalisa di masing-masing tahun pengamatan.

2.4. Analisis Data

Kegiatan analisa kesuburan tanah di areal PT IMM ini dilakukan terhadap beberapa sampel tanah yang terdiri dari tanah tidak terusik dan tanah komposit, yang disertai dengan pengamatan lapangan. Pengambilan tanah komposit dilakukan dengan menggunakan bor tanah

pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm. Tanah tersebut kemudian dianalisa di laboratorium untuk mengetahui sifat kimia tanahnya. Untuk sampel tanah tidak terusik, pengambilan tanahnya dilakukan dengan menggunakan ring sampel yang dimasukan ke dalam tanah pada kedalaman 0-20 cm. Tanah pada ring sampel tersebut kemudian dianalisa di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik tanahnya.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Sifat Fisik Tanah PT IMM

Sifat fisik tanah memiliki banyak fungsi dalam kesuburan tanah, seperti kemampuan untuk mengalirkan dan menyimpan air, memudahkan penetrasi akar, aerasi, dan kemampuan nutrisi tanaman. Dengan demikian, kualitas fisik tanah yang tidak bagus akan menyebabkan tanaman tumbuh tidak optimal karena perkembangan perakaran yang terganggu (Widodo & Kusuma, 2018).

3.1.1. Tekstur Tanah

Tabel 1. Hasil analisa tekstur tanah PT Indominco Mandiri.

No	Lokasi	Tekstur (%)							
		Pasir		Debu		Liat		Klasifikasi	
		2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024
1	Reklamasi 2015	39.35	58.26	28.62	25.02	32.03	16.7	Lempung Berliat	Lempung Berpasir
2	Reklamasi 2016	70.28	71.51	20.70	0.62	9.02	27.9	Lempung Berpasir	Lempung Liat Berpasir
3	Reklamasi 2017	4.54	22.4	51.69	44.37	43.77	33.2	Liat Berdebu	Lempung Berliat
4	Reklamasi 2018	32.57	29.24	34.57	41.83	32.87	28.9	Lempung Berliat	Lempung Berliat
5	Reklamasi 2019	23.12	43.69	36.89	32.55	39.99	23.8	Lempung Berliat	Lempung
6	Reklamasi 2020	19.64	49.64	40.10	29.26	40.26	21.1	Liat Berdebu	Lempung
7	Reklamasi 2021	6.33	97.87	37.98	0.99	55.69	1.14	Liat	Pasir
8	Reklamasi 2022	25.51	57.79	34.32	25.82	40.17	16.4	Liat	Lempung Berpasir

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa tekstur tanah pada seluruh lokasi pemantauan yang dilakukan pada tahun 2022 cenderung didominasi oleh liat, sedangkan pada tahun 2024 tekstur tanah

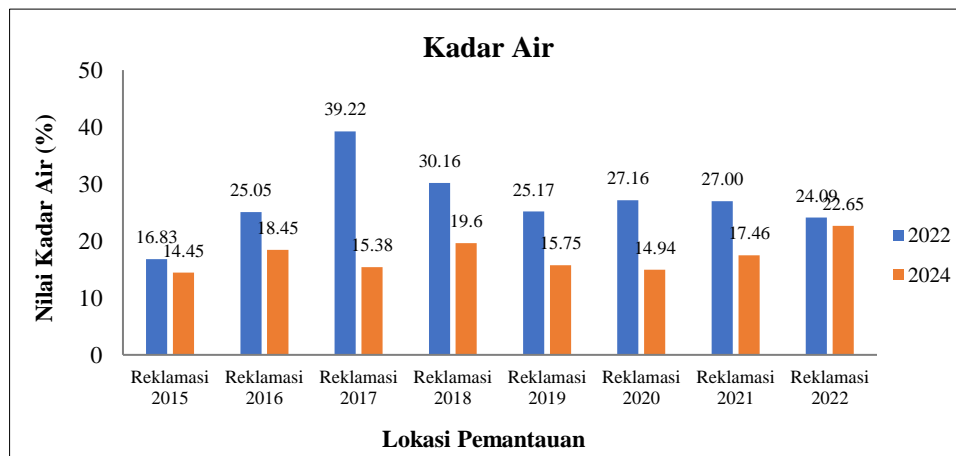
cenderung didominasi oleh pasir. Adapun berdasarkan klasifikasinya pada pemantauan 2022 terdapat 4 jenis tekstur tanah, yaitu lempung berliat, lempung berpasir, liat berdebu, dan liat. Kemudian

pada pemantauan 2024 diperoleh 5 jenis tekstur tanah, yaitu lempung berpasir, lempung liat berpasir, lempung berliat, lempung, dan pasir. Tekstur tanah sangat berhubungan erat dengan pergerakan air dan zat terlarut, udara, pergerakan panas, berat volume tanah, luas permukaan spesifik, kemudahan tanah memadat, dan lain sebagainya. Tanah yang memiliki tekstur lempung berliat memiliki bobot isi lebih tinggi, sehingga cenderung lebih padat dibanding dengan tanah dengan tekstur lempung berpasir (Salawangi et al., 2020). Kondisi demikian mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih sulit dikarenakan pertumbuhan akar menjadi sedikit terhalang akibat porositas tanah yang cenderung lebih rendah.

3.1.2. Kadar Air (%)

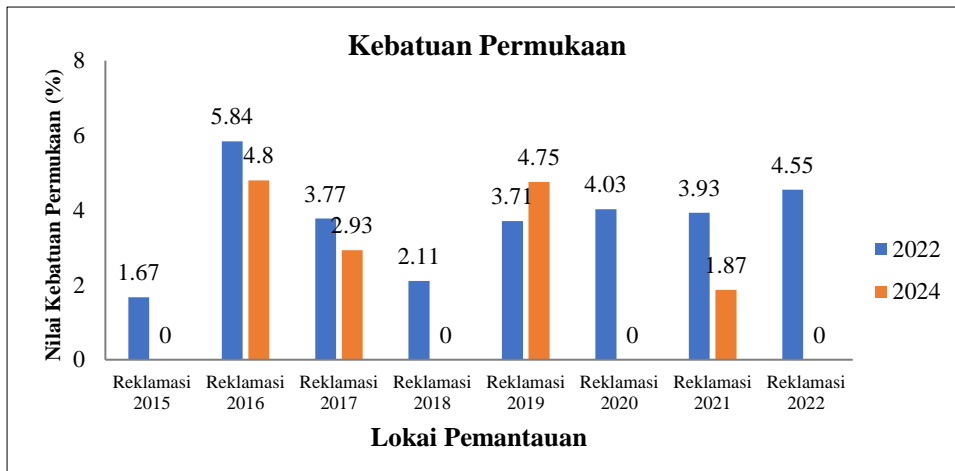
Berdasarkan hasil analisa, seluruh lokasi pemantauan tahun 2022 memiliki

kadar air yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pemantauan tahun 2024. Kadar air memiliki peran penting dalam kesuburan tanah. Saat tanaman mengalami kekurangan kadar air, tanaman tersebut akan cenderung kerdil. Sedangkan jika tanaman mengalami kelebihan kadar air, maka tanah akan menjadi lembab, sehingga dapat memunculkan mikroorganisme jamur yang kemudian mengakibatkan pembusukan pada akar tanaman. Kondisi kadar air pada areal reklamasi di PT IMM masih tergolong rendah, sehingga harus segera ditangani agar tanaman dapat tumbuh optimal. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Yuliana et al. (2021), dimana pemberian air yang cukup pada tanaman sangat diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.



Gambar 2. Grafik kondisi kadar air PT Indominco Mandiri.

3.1.3. Kebatuan Permukaan (%)



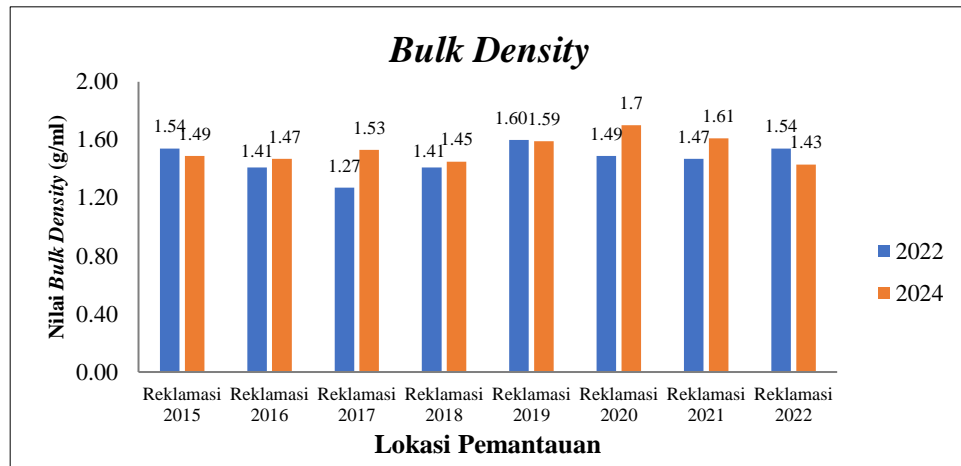
Gambar 3. Grafik kondisi kebatuan permukaan tanah PT Indominco Mandiri.

Kebatuan permukaan merupakan persentase dari tutupan batu di permukaan tanah. Pada umumnya, tanah dengan yang memiliki batuan tinggi akan mengakibatkan penurunan jumlah tanaman, sehingga lahan akan semakin berkurang. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 07 Tahun 2006, nilai ambang batas kebatuan permukaan untuk areal vegetasi adalah 40%.

Kondisi kebatuan permukaan tanah di PT IMM menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2022 masih terdapat banyak batuan terutama pada areal pemantauan reklamasi 2016, sedangkan pada pemantauan tahun 2024, pada beberapa lokasi tidak ditemukan adanya kebatuan permukaan. Artinya, permukaan tanah pada lokasi tersebut tidak mudah terkikis oleh air hujan. Kondisi tersebut disinyalir disebabkan oleh kehadiran tumbuhan bawah (*cover crops*) yang cukup rapat.

3.1.4. Berat Volume/Bulk Density (g/ml)

Analisa *bulk density* merupakan salah satu langkah untuk mengevaluasi keberhasilan pertumbuhan tanaman. Tingginya nilai *bulk density* akan mengakibatkan air dan akar sulit untuk menembus kedalam tanah, sehingga ketersediaan air dalam tanah akan kurang dan akar tanaman menjadi lebih sulit untuk berkembang. Hasil pemantauan *bulk density* yang dilakukan pada tahun 2022 diperoleh nilai yang berkisar dari 1,27 - 1,60 g/ml, sedangkan pada pemantauan *bulk density* yang dilakukan pada tahun 2024 diperoleh nilai yang berkisar dari 1,43 - 1,70 g/ml. Peningkatan nilai *bulk density* yang terjadi pada pemantauan 2024 dikarenakan pada saat pengambilan sampel sedang dalam musim kemarau sehingga permukaan tanah menjadi lebih keras. Adapun faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai *bulk density* adalah tekstur, struktur, kandungan bahan organik tanah, dan pengelolaan tanah (Harahap et al., 2021).

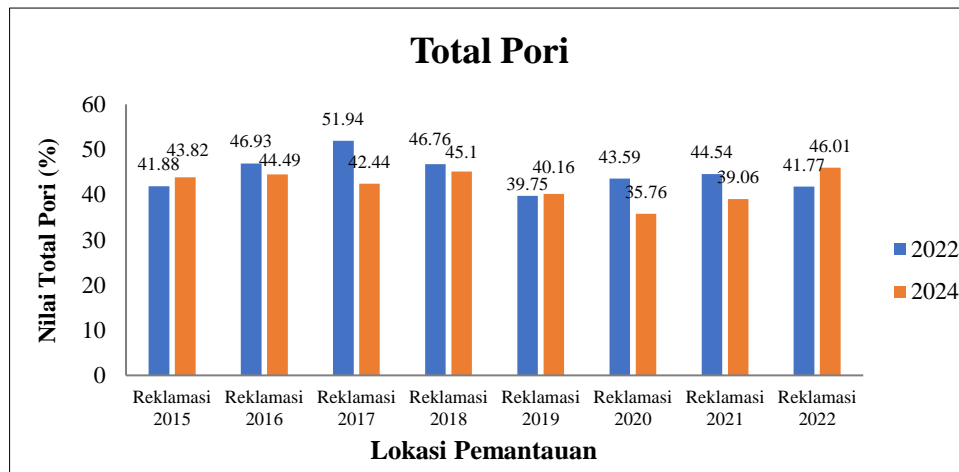


Gambar 4. Grafik kondisi Bulk Density PT Indominco Mandiri.

3.1.5. Total Pori (%)

Pori pori tanah merupakan bagian yang tidak terisi oleh bahan padat tanah, namun terisi oleh udara dan air. Pori-pori tanah dibedakan menjadi pori kasar (berisi udara atau air gravitasi) dan pori-pori

halus (berisi air kapiler atau udara). Pori-pori tanah memiliki peran penting dalam menentukan pergerakan air di dalam tanah dan juga dapat mempengaruhi tanah dalam meretensi air (Afrianti et al., 2023).



Gambar 5. Grafik kondisi total pori PT Indominco Mandiri.

Kondisi total pori di PT IMM dari seluruh lokasi yang dilakukan pengamatan berkisar antara 39,75% - 51,94% pada pemantauan tahun 2022, sedangkan pada pemantauan tahun 2024 berkisar antara 35,76% - 46,01%. Nilai total pori yang pada pemantauan 2022 dan pemantauan 2024 masih termasuk kedalam kategori

yang baik atau tidak termasuk kedalam ambang kritis. Hal ini sesuai dengan PP No. 150 Tahun 2000 yaitu total pori yang tidak termasuk kedalam kategori ambang kritis adalah diluar dari nilai <30% dan >70%.

3.1.6. Permeabilitas (cm/jam)

Permeabilitas tanah menyatakan kemudahan tanah untuk meloloskan zat cair atau air hujan. Nilai permeabilitas yang tinggi akan lebih banyak melewatkan air masuk kedalam tanah. Peristiwa ini sangat berguna untuk persediaan air untuk pertumbuhan tanaman. Permeabilitas

sangat dipengaruhi oleh struktur, tekstur, porositas, dan kandungan bahan organik.

Berikut merupakan kondisi permeabilitas di PT MM yang sudah diklasifikasikan menurut Umland and O'neal (1951), yaitu penentuan permeabilitas tanah untuk penggunaan dalam konservasi tanah dan air.

Tabel 2. Hasil analisa permeabilitas tanah PT Indominco Mandiri.

No	Lokasi	Permeabilitas			
		Tahun 2022		Tahun 2024	
		cm/jam	Klasifikasi	cm/jam	Klasifikasi
1	Reklamasi 2015	4.38	Agak Lambat	2.85	Agak Lambat
2	Reklamasi 2016	2.55	Agak Lambat	2.85	Agak Lambat
3	Reklamasi 2017	2.34	Agak Lambat	1.32	Lambat
4	Reklamasi 2018	1.22	Lambat	1.53	Lambat
5	Reklamasi 2019	1.43	Lambat	3.57	Agak Lambat
6	Reklamasi 2020	2.45	Agak Lambat	1.32	Lambat
7	Reklamasi 2021	4.48	Agak Lambat	4.18	Agak Lambat
8	Reklamasi 2022	2.96	Agak Lambat	1.12	Lambat

Berdasarkan data diatas, dapat diketahui bahwa seluruh lokasi pemantauan masuk kedalam kelas permeabilitas agak lambat dan lambat. Pada beberapa lokasi pemantauan terjadi peningkatan permeabilitas antara pemantauan yang dilakukan pada tahun 2022 dengan pemantauan tahun 2024 seperti pada lokasi reklamasi 2017, reklamasi 2020, dan reklamasi 2022, pada pemantauan tahun 2022 masuk kedalam kelas agak lambat kemudian pada pemantauan 2024 menjadi lambat. Menurut Julianto et al. (2021), besar kecilnya permeabilitas tanah bergantung beberapa faktor seperti ukuran partikel, bentuk partikel tanah, struktur massa tanah, rasio rongga, dan sifat resapnya. Tanah yang memiliki sifat

permeable (berpermeabilitas tinggi) relatif tahan terhadap terjadinya erosi dibandingkan dengan tanah yang memiliki permeabilitas rendah, karena air sulit untuk meresap akhirnya mengalir menjadi air permukaan.

3.1.7. Ketebalan Solum (cm)

Percepatan pembentukan tanah pada kawasan reklamasi sangat dipengaruhi oleh faktor iklim sehingga terjadi proses erosi dan pemadatan tanah (Yudha et al., 2022). Pada kawasan reklamasi yang baru dilakukan penebaran tanah pucuk, kedalam solum menjadi salah satu penentu dalam pemilihan jenis tanaman yang akan ditanam.

Tabel 3. Hasil pengukuran ketebalan solum di PT Indominco Mandiri.

No	Lokasi	Ketebalan Solum			
		2022		2024	
		cm	Klasifikasi	cm	Klasifikasi
1	Reklamasi 2015	55.33	Tipis	56.50	Tipis
2	Reklamasi 2016	51.00	Tipis	65.00	Sedang
3	Reklamasi 2017	46.67	Tipis	43.50	Tipis
4	Reklamasi 2018	60.00	Tipis	68.50	Sedang
5	Reklamasi 2019	55.33	Tipis	50.50	Tipis
6	Reklamasi 2020	58.00	Tipis	34.50	Tipis
7	Reklamasi 2021	54.00	Tipis	37.50	Tipis
8	Reklamasi 2022	54.33	Tipis	33.00	Tipis

Pada Tabel 3, ditunjukkan tingkat ketebalan solum pada masing-masing lokasi studi yang sudah diklasifikasikan menurut Dibyosaputro (1998). Klasifikasi ketebalan solum tersebut dilakukan dengan membagi ketebalan solum menjadi 5 tingkat, dari sangat tipis sampai dengan sangat tebal. Pada pemantauan yang dilakukan pada tahun 2022 ketebalan solum berkisar antara 51,00 cm – 60,00 cm yang masuk kedalam kategori tipis. Sedangkan pada pemantauan yang dilakukan pada tahun 2024 telah terjadi peningkatan ketebalan solum pada lokasi studi reklamasi 2016 dan reklamasi 2018 sehingga masuk kedalam kategori sedang. Adapun pada lokasi lainnya masih berada pada kategori tips dengan ketebalan tanah yang cenderung mengalami penurunan.

Adanya penipisan ketebalan tanah pada beberapa lokasi pemantauan dapat terjadi karena adanya erosi yang menghanyutkan partikel-partikel tanah melalui aliran air permukaan terutama pada reklamasi dengan umur yang masih muda akibat tidak adanya tanaman penutup tanah.

3.2. Sifat Kimia Tanah PT IMM

Sifat kimia tanah merupakan salah satu karakteristik tanah yang sering digunakan sebagai indikator kesuburan tanah. Komponen dan sifat kimia tanah berpengaruh terhadap banyak reaksi dan proses yang terjadi dalam tanah. Sifat

kimia tanah juga memiliki peran dalam pembentukan karakteristik fisik dan biologi pada tanah (USDA, 2008). Hasil analisa sifat kimia tanah di kawasan pertambangan PT Indominco Mandiri Tahun 2022 dan 2024 dapat dilihat pada Tabel 4.

3.2.1. pH Tanah

pH tanah di areal pemantauan di tahun 2024, umumnya termasuk dalam kategori sangat masam dengan nilai pH yang berkisar 3,12-4,21. Adapun kategori masam dengan nilai pH yang berkisar 4,51-5,30 terdapat pada areal reklamasi 2015, 2016, 2017, hutan alam Kanahuang, dan *over burden*. Berdasarkan data tersebut, terdapat adanya fluktuasi nilai pH di setiap areal di tahun 2022 dan 2024. Hal ini disinyalir disebabkan oleh kondisi rona awal tanah yang memiliki pH yang rendah, juga adanya pengaruh curah hujan. Curah hujan tinggi dapat memungkinkan terurainya basa-basa secara intensif dan meninggalkan mineral resisten pencucian yang dapat terakumulasi di lapisan permukaan tanah, sehingga mempengaruhi pH tanah (Allo, 2016).

3.2.2. Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan kemampuan tanah untuk menukar larutan-larutan yang berada dalam tanah. KTK diketahui dapat

menentukan status kesuburan tanah pada satuan unit lahan. Hal ini disebabkan karena KTK memiliki kaloid dalam tanah yang dapat menentukan jumlah kation-kation yang diserap dan ditukarkan dalam jumlah yang cukup tersedia untuk tanaman (Jawang, 2021). KTK tanah di areal pemantauan tahun 2022 dan 2024 masuk ke dalam kategori rendah dengan nilai KTK tanah di tahun 2022 berkisar antara 10,71-16,60 Cmol/kg dan di tahun 2024 nilai KTK tanah bernilai antara 5,56-12,64 Cmol/kg. Berdasarkan rentang nilai tersebut, dapat diketahui bahwa nilai KTK tanah mengalami penurunan di tahun 2024. KTK tanah yang rendah dapat dipengaruhi oleh pH tanah, tekstur atau jumlah liat, jenis mineral liat, dan bahan organik.

3.2.3. Kejenuhan Basa

Berdasarkan hasil analisa, kejenuhan basa di tahun 2022 dan tahun 2024 mengalami penurunan. Kejenuhan basa di tahun 2022, umumnya masuk ke dalam kategori sedang, yaitu sebesar 36,92-46,40%. Adapun yang masuk ke dalam kategori tinggi hingga sangat tinggi (53,70-91,56%) terdapat pada areal reklamasi 2016, 2017, 2022, hutan alam Kanahuang, dan *over burden*. Sedangkan untuk areal Arboretum 30 A dan 30 B, masuk dalam kategori rendah (22,43-30,83%). Untuk data kejenuhan basa di seluruh areal pemantauan tahun 2024, masuk kedalam kategori sangat rendah, yaitu sebesar 6,61-17,17%. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kation basa, umumnya dikarenakan sifat basa yang mudah larut dan tercuci. Kejenuhan basa dan pH tanah memiliki hubungan yang positif, yaitu semakin tinggi pH tanah, maka semakin tinggi pula kejenuhan basa tanahnya, begitupun sebaliknya (Zainudin dan Kesumaningwati, 2021).

3.2.4. C-Organik

C-organik merupakan suatu indikator dari kandungan bahan organik yang berada di dalam tanah. Jika kandungan C-organik di dalam tanah rendah, maka kandungan bahan organiknya juga rendah (Mustafa, 2022). Kandungan C-organik dari tahun 2022 hingga 2024, umumnya mengalami peningkatan meskipun tidak signifikan dan masih masuk ke dalam kategori rendah. C-organik di tahun 2022 umumnya masuk ke dalam kategori sangat rendah, yaitu sebesar 0,03-0,96%. Adapun nilai C-organik yang masuk kategori rendah (1,46%) terdapat di areal hutan alam Kanahuang. Sedangkan pengamatan C-organik di tahun 2024, umumnya masuk ke dalam kategori rendah, yang berkisar antara 1,12-1,72%. Adapun yang masuk ke dalam kategori sedang (2,76%) yaitu di areal hutan alam Kanahuang.

Peningkatan kandungan C-organik mengindikasikan bahwa dekomposisi di areal pemantauan tersebut berjalan dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari C/N rasio pada tahun 2022 yang umumnya sangat tinggi (47,00-146,00) dan mengalami penurunan pada tahun 2024, hingga masuk dalam kategori rendah (4,36-10,12). Nilai C/N rasio yang semakin kecil menunjukkan bahwa proses dekomposisi bahan organik berjalan dengan baik.

3.2.5. K-Total

Kandungan K-total berdasarkan hasil analisa di tahun 2022 pada seluruh areal masuk ke dalam kategori sangat rendah yaitu berkisar antara 2,03-8,30 mg/100 g dan mengalami peningkatan di tahun 2024, yang umumnya masuk ke dalam kategori sedang yaitu berkisar 22,30-41,04 mg/100 g. Adapun yang masuk ke dalam kategori rendah di tahun 2024 yaitu berkisar 12,93-20,87 mg/100 g di areal reklamasi 2015, 2020, hutan alam Kanahuang, dan *stock soil*. Unsur hara kalium di dalam tanah cenderung mudah tercuci, dan sangat dipengaruhi oleh pH

dan kejenuhan basa tanah. Menurut Sipayung et al. (2020), pada tanah dengan pH an kejenuhan basa rendah, kaliumnya lebih mudah tercuci, sedangkan pada pH netral dan kejenuhan basa tinggi, kalium lebih bertahan karena diikat oleh kalsium tanah.

3.2.6. P-Total

P-total di tahun 2022, umumnya masuk ke dalam kategori rendah yaitu berkisar 11,14-20,08 mg/100 g. Adapun areal yang masuk ke dalam kategori sedang hingga sangat tinggi (26,14-74,84 mg/100 g) terdapat pada areal reklamasi 2016, 2018, 2022, hutan alam Kanahuang, dan *over burden*. Pada pengamatan tahun 2024, P-total tanah umumnya masuk ke dalam kategori sedang yaitu berkisar 21,84-39,23 mg/100 g. Adapun areal yang masuk ke dalam kategori rendah (0,25-20,54 mg/100 g) terdapat pada areal reklamasi 2021, 2022, hutan alam Kanahuang, Arboretum 30 A, dan *stock soil*. Meskipun umumnya terjadi peningkatan kandungan fosfor dari tahun pengamatan 2022 ke tahun 2024, P-total di areal PT IMM masih termasuk kedalam kategori sangat rendah. Hal ini dikarenakan karakteristik fosfor yang akan menurun jika pH tanah berada dibawah 6,0 atau di atas 7,0. Menurut Puja dan Atmaja (2018), unsur fosfor akan terikat oleh kation dalam tanah seperti al, Fe, Ca dan Mg, sehingga unsur tersebut menjadi tidak tersedia untuk tanaman.

3.3. Status Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah adalah potensi tanah yang dapat menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang guna menjamin pertumbuhan dan produksi tanaman yang optimal. Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah menurut Pusat Penelitian Tanah (1983), status kesuburan tanah di areal PT IMM yang menjadi lokasi pengamatan

pada tahun 2022 dan 2024 masih tergolong rendah (Tabel 5.)

Kesuburan tanah yang rendah tersebut disinyalir tidak hanya disebabkan oleh kondisi tanah yang sebelumnya merupakan areal tambang yang aktif, tetapi juga dapat disebabkan kondisi rona awal tanah yang memang memiliki nilai kesuburan rendah. Hal ini dapat dilihat dari areal hutan alam yang memiliki status kesuburan rendah. Berdasarkan pada perkiraan kerusakan tanah berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah, kriteria pertama yang menjadi penentu status kesuburan tanah adalah KTK. Dengan demikian, peningkatan KTK pada tanah menjadi sangat penting. Peningkatan KTK tanah dapat dilakukan dengan cara meningkatkan pH tanah yang masam agar menjadi netral. Selain itu, pemberian pupuk organik maupun anorganik juga dapat dilakukan guna melengkapi kebutuhan unsur hara di dalam tanah. Meningkatkan pH tanah dapat dilakukan dengan cara pemberian kapur yang merupakan kelompok karbonat seperti kalsit dan dolomit. Dolomit merupakan senyawa kapur yang mengandung kalsium sejumlah 8-12% dan magnesium sejumlah 18-22% dengan jumlah kebutuhan kapur dolomit dapat disesuaikan dengan pH tanah, jenis tanah, dan jenis tanaman (Lawing, 2021).

Penambahan pupuk organik pada tanah tidak hanya dapat meningkatkan bahan organik, tetapi juga dapat memperbaiki tekstur dan struktur tanah sehingga membentuk agregat tanah hingga mengurangi kemungkinan terjadinya erosi. Adapun upaya untuk meningkatkan unsur hara makro dan mikro tanah dapat dilakukan melalui pemberian pupuk anorganik. Pemberian pupuk anorganik sebaiknya dilakukan secara terpisah dengan menyesuaikan dosis yang dibutuhkan dan bergantian dengan penambahan pupuk organik. Pemberian pupuk pada areal yang

memiliki areal lebih terbuka dapat menggunakan teknik pemupukan dengan membuat lubang atau sekat di sekitar tanaman kemudian pupuk dimasukkan

kedalam lubang atau sekat tersebut agar pupuk yang disebar tidak terjadi pencucian atau kehilangan pupuk akibat terbawa oleh air hujan.

Tabel 4. Hasil analisa sifat kimia tanah di kawasan pertambangan PT Indominco Mandiri Tahun 2022 dan 2024.

No.	Lokasi	pH		C-Organik		N Total		C/N Ratio	K ₂ O		P ₂ O ₅		KTK		Kation				Kation Asam				Kejuhan Basa						
		H ₂ O		%		%			mg/100 g		mg/100 g		mg/100 g		mg/100 g		meq/100 g		meq/100 g		meq/100 g		%						
		2022	2024	2022	2024	2022	2024		2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024			
		2	4	2022	2024	2022	2024		2022	2024	2	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024			
1	Reklamasi 2015	5.36	4.55	0.47	0.58	0.01	0.11	47.00	5.29	2.26	12.93	14.42	32.09	16.24	12.15	1.80	0.35	2.19	0.23	0.50	0.35	2.28	0.47	2.91	7.10	0.74	2.00	41.68	11.55
2	Reklamasi 2016	5.68	4.75	0.03	1.12	0.01	0.16	3.00	7.21	2.03	25.36	62.57	24.32	12.33	7.58	8.20	0.28	2.50	0.19	0.13	0.39	0.45	0.36	1.44	3.21	0.81	3.15	91.56	16.09
3	Reklamasi 2017	4.36	5.30	0.5	1.52	0.01	0.23	50.00	6.60	2.96	22.30	11.38	21.84	13.22	7.95	3.69	0.17	3.28	0.11	0.50	0.36	0.73	0.23	5.26	1.70	0.94	0.60	62.09	10.87
4	Reklamasi 2018	4.49	4.21	0.72	1.72	0.01	0.17	72.00	10.12	6.08	24.37	63.53	26.57	12.8	8.19	2.22	0.14	1.57	0.11	0.41	0.38	0.53	0.26	7.59	4.20	1.00	3.10	36.92	10.87
5	Reklamasi 2019	4.51	3.98	0.54	1.18	0.01	0.15	54.00	7.78	2.59	22.36	15.97	24.02	11.2	9.78	1.7	0.12	2.60	0.13	0.53	0.34	0.37	0.19	4.57	5.40	0.86	3.60	46.40	7.98
6	Reklamasi 2020	4.09	3.79	0.87	1.21	0.01	0.20	87.00	6.04	3.00	25.11	26.14	21.89	13.33	11.29	1.84	0.13	2.59	0.09	0.65	0.36	0.49	0.17	7.50	5.86	1.50	3.10	41.72	6.61
7	Reklamasi 2021	8.20	3.12	0.63	1.48	0.11	0.18	5.73	8.42	7.81	32.64	20.08	18.54	12.42	9.05	3.08	0.15	0.96	0.07	1.08	0.39	0.30	0.24	<LOD	5.60	<LOD	2.60	43.66	9.39
8	Reklamasi 2022	4.48	3.21	0.67	1.32	0.01	0.18	67.00	7.40	3.34	20.87	11.85	12.65	11.35	6.55	2.1	0.15	2.27	0.14	1.07	0.35	0.67	0.19	3.71	3.40	1.13	2.32	53.79	12.67
9	Hutan Alam Kanahuang	6.00	4.51	1.46	2.76	0.01	0.90	146.00	3.07	2.82	19.49	29.94	19.61	12.93	10.88	5.12	0.15	5.38	0.10	0.53	0.37	0.56	0.30	<LOD	5.90	0.10	2.20	89.57	8.51
10	Arboretum 30 A	4.92	3.27	0.64	1.29	0.01	0.16	64.00	8.00	2.86	28.36	15.72	20.54	16.6	8.66	0.76	0.16	1.64	0.14	0.77	0.39	0.56	0.27	9.89	5.20	2.08	2.50	22.43	11.09
11	Arboretum 30 B	4.46	3.26	0.84	1.31	0.01	0.19	84.00	6.90	2.21	25.11	14.51	22.29	10.71	5.56	1.53	0.17	0.73	0.12	0.59	0.38	0.45	0.29	6.11	0.78	1.07	0.12	30.83	17.17
12	Stock Soil	4.2	3.75	0.63	1.69	0.01	0.35	63.00	4.82	3.78	20.43	11.14	10.25	13.23	7.99	1.81	0.13	1.90	0.09	1.07	0.37	0.71	0.16	5.38	3.50	0.72	1.90	41.44	9.32
13	Over Burden	5.7	4.58	0.96	1.40	0.01	0.32	96.00	4.36	8.30	41.04	74.84	39.23	15.83	12.04	4.27	0.17	6.20	0.12	0.84	0.37	2.46	0.23	<LOD	7.50	0.21	1.80	86.93	7.41

Keterangan: LOD = Limit of detection

Tabel 5. Status kesuburan tanah di kawasan pertambangan PT Indominco Mandiri Tahun 2023 dan 2024.

No.	Lokasi	KTK		KB		K ₂ O		P ₂ O ₅		C-Organik		Status Kesuburan	
		2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024
1	Reklamasi 2015	R	R	S	S	SR	R	R	S	SR	SR	Rendah	Rendah
2	Reklamasi 2016	R	R	ST	ST	SR	S	ST	S	SR	R	Rendah	Rendah
3	Reklamasi 2017	R	R	T	T	SR	S	R	S	SR	R	Rendah	Rendah
4	Reklamasi 2018	R	R	S	S	SR	S	ST	S	SR	R	Rendah	Rendah
5	Reklamasi 2019	R	R	S	S	SR	S	R	S	SR	R	Rendah	Rendah
6	Reklamasi 2020	R	R	S	S	SR	S	S	S	SR	R	Rendah	Rendah
7	Reklamasi 2021	R	R	S	S	SR	S	R	R	SR	R	Rendah	Rendah
8	Reklamasi 2022	R	R	T	T	SR	R	R	R	SR	R	Rendah	Rendah
9	Hutan Alam Kanahuang	R	R	ST	ST	SR	R	S	R	R	S	Rendah	Rendah
10	Arboretum 30 A	R	R	R	R	SR	S	R	R	SR	R	Rendah	Rendah
11	Arboretum 30 B	R	R	R	R	SR	S	R	S	SR	R	Rendah	Rendah
12	Stock Soil	R	R	S	S	SR	R	R	R	SR	R	Rendah	Rendah
13	Over Burden	R	R	ST	ST	SR	S	ST	S	SR	R	Rendah	Rendah

*Keterangan: SR = Sangat rendah, R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat tinggi.



4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Secara umum, berdasarkan hasil pengamatan dan analisa kesuburan tanah di areal konsesi PT IMM yang dilakukan pada tahun pengamatan 2022 dan 2024, tingkat kesuburan tanah di areal tersebut termasuk dalam kategori rendah. Rendahnya status kesuburan tanah tersebut, diperkirakan bukan hanya akibat dari kegiatan pertambangan batubara yang dilakukan, melainkan juga merupakan kondisi kesuburan pada rona awal tanah yang memang tergolong rendah. Hal ini dapat terlihat dari kondisi kesuburan tanah pada areal hutan alam yang juga berstatus rendah.

Setidaknya ada tiga faktor yang teridentifikasi mempengaruhi rendahnya status kesuburan tanah di areal PT IMM selama proses penelitian, yaitu 1) kemasaman tanah (pH), dimana pH tanah di areal pengamatan teridentifikasi umumnya memiliki tingkat kemasamaan yang tergolong masam hingga sangat masam. Kondisi tersebut mengakibatkan beberapa unsur makro tanaman menjadi tidak tersedia karena diikat oleh kation asam (Al^{3+}). 2) Rendahnya kandungan unsur hara dalam tanah. Ketersediaan unsur hara dalam jumlah sedikit akan menjadi faktor pembatas bagi kesuburan lahan walaupun unsur hara lainnya tersedia dalam jumlah besar. 3) Rendahnya kualitas fisik tanah yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih terhambat dikarenakan pertumbuhan akar menjadi sedikit terhalang hingga menyebabkan lambatnya proses pemulihan (suksesi) alami pada areal revegetasi yang ditargetkan.

Meskipun status kesuburan tanah di areal PT IMM masih tergolong rendah, namun jika dilihat dari hasil analisa kimia tanahnya, secara umum ada beberapa sifat tanah yang nilai indikator kesuburannya mengalami perbaikan dari tahun 2022 ke tahun pengamatan 2024. Misalnya adanya peningkatan kandungan C-organik, N total, dan K total serta penurunan C/N ratio pada tanah, dimana hal tersebut sangat berguna untuk perbaikan kualitas tanah. Hasil penelitian ini mengisyaratkan bahwa program revegetasi yang dilakukan oleh PT IMM secara perlahan dapat memperbaiki kualitas tanah di areal sekitar. Dengan demikian, program tersebut harus terus dilakukan dalam jangka panjang hingga target pemulihan lahan dapat tercapai.

4.2. Saran

Untuk mensiasati rendahnya kesuburan tanah pada areal PT IMM perlu dilakukan upaya perbaikan kualitas tanah secara menyeluruh baik yang berkaitan dengan sifat fisik, kimia, hingga biologi tanahnya. Untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang secara optimal, maka di perlu dilakukan beberapa tindakan, misalnya melalui penambahan kapur dan bahan organik pada tanah.

Penggunaan kapur diketahui dapat meningkatkan pH sangat masam hingga masam menjadi netral. Jenis kapur yang bisa digunakan adalah kalsit ($CaCO_3$) dan dolomit ($CaMg(CO_3)_2$). Kedua kapur tersebut diketahui dapat meningkatkan pH tanah melalui proses disosiasi senyawa ionik yang dapat membentuk ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan CO_3^{2-} di dalam tanah. Sedangkan untuk penambahan bahan organik, bisa dilakukan dengan pupuk organik yang berkualitas sesuai dengan kebutuhan areal revegetasi. Penambahan

pupuk organik diketahui dapat memperbaiki struktur tanah hingga terbentuk agregat tanah yang dapat meminimalisir terjadinya erosi.

Pada lokasi yang kekurangan unsur hara tertentu, dapat dilakukan pemupukan unsur-unsur makro N, P, dan K secara terpisah yang dosisnya disesuaikan kebutuhan dan diberikan secara bergantian dengan penambahan pupuk organik yang tepat. Agar hasil pemupukan berjalan secara efektif, maka pertimbangan pemberian pupuk tersebut tidak hanya mengacu pada kebutuhan tanaman, namun juga perlu memperhatikan waktu pemberian dan cara penempatan pupuk tersebut dalam tanah. Jika area revegetasi lebih terbuka, maka teknik pemupukan dilakukan dengan cara membuat lubang atau sekat di sekitar tanaman yang akan diberi tambahan pupuk. Kemudian pupuk dimasukkan kedalam lubang atau sekat tersebut agar pupuk yang disebar tidak hilang akibat terbawa oleh air hujan.

Selain penambahan kapur dan pupuk untuk memperbaiki kualitas tanah, hal lain yang perlu diperhatikan adalah kondisi ketebalan lapisan tanah (solum) pada masing-masing areal revegetasi. Hal ini dikarenakan adanya keterkaitan langsung antara solum dengan proses pembentukan karakteristik tanah lainnya (sifat fisik, kimia, maupun biologi). Jika solum tanah terbentuk baik, maka mikroorganisme (bakteri) yang terkandung dalam tanah akan mampu melakukan proses dekomposisi dengan baik yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas tanah di areal tersebut. Selain itu, ketebalan solum juga akan memberikan respon positif terhadap pertumbuhan akar tanaman yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, N. A., Andriana, O. D., Afandi, A., & Ramadhani, W. S. (2023). Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Terhadap Ruang Pori Tanah pada Pertanaman Jagung (*Zea Mays L.*) Tahun Ke-34 di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(4), 635-640.
- Allo, M. K. (2016). Kondisi Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2): 207-2017.
- Erfandi, D. (2017). Pengelolaan Lansekap Lahan Bekas Tambang: Pemulihan Lahan dengan Pemanfaatan Sumberdaya Lokal (In-Situ). *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(2), 55-66.
- Harahap, F. S., Oesman, R., Fadhillah, W., & Nasution, A. P. (2021). Penentuan Bulk Density Ultisol di Lahan Praktek Terbuka Universitas Labuhan Batu. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), 56-59.
- Jawang, U. P. (2021). Penilaian Status Kesuburan dan Pengelolaan Tanah Sawah Tadah Hujan di Desa Umbu Pabal Selatan, Kecamatan Umbu Ratu Nggay Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(3): 421-427.
- Julianto, A., Afriani, L., Iswan, I., & Putra, A. D. (2021). Pengujian Permeabilitas Tanah Yang Dipadatkan dengan Metode Modified Proctor Cubic Permeameter. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(4), 484705.

- Lawing, H. Y. (2021). Reklamasi Lahan Pasca Tambang Batubara. *Magrobis Journal*, 21(2): 304-311.
- Linardo, G., Permatasari, P., & Hartono, L. (2024). Analisis Pengungkapan Informasi Penerapan Reklamasi Pascatambang dalam Laporan Keberlanjutan Berdasarkan Ketentuan Peraturan Menteri ESDM No. 07 Tahun 2014. *VISA: Journal of Vision and Ideas*, 4(2), 395-411.
- Mustafa, M., Maulana, A., Irfan, I. R., & Tonggiroh, A. (2022). Evaluasi Kesuburan Tanah Pada Lahan Pasca Tambang Nikel Laterit Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 13(1): 52-56.
- Nursanti, I. (2018). Karakteristik Tanah Area Pasca Penambangan di Desa Tanjung Pauh. *Jurnal media pertanian*, 3(2), 54-60.
- Puja, N. dan Atmaja, W. N. (2018). Kajian Status Kesuburan Tanah untuk Menentukan Pemupukan Spesifik Lokasi Tanaman Padi. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 8(1): 1-10.
- Pusat Penelitian Tanah. (1983). Lampiran Tor of Reference Klasifikasi Kesesuaian Lahan. No.59B/1983. P3MT Balitbang Departemen Pertanian, Bogor.
- Refliaty, R., & Endriani, E. (2018). Kepadatan Tanah Pasca Tambang Batu Bara Setelah Direvegetasi: Studi Kasus Reklamasi Lahan Bekas Tambang Batubara PT. Nan Riang. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 2(2), 107-114.
- Salawangi, A. C., Lengkong, J., & Kaunang, D. (2020). Kajian Porositas Tanah Lempung Berpasir dan Lempung Berliat yang Ditanami Jagung dengan Pemberian Kompos (Study of Sandy Loam and Clay Loam Soil Porosities on Planted Maize with Compost Application). *In Cocos*, 2(1).
- Sipayung, J. Y., Arthagama, I. D. M., & Supadma, A. A. N. (2020). Evaluasi Status Kesuburan Tanah di DAS Yeh Ho Kabupaten Tabanan Berbasis Sistem Informasi Geografis untuk Menentukan Arah Pengelolaan Lahan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 9(4): 268-278.
- Sobirin, A., Wicaksono, A. P., Nugroho, N. E., Lukito, H., & Prasetya, J. D. (2024). Pengaruh Water Holding Capacity Terhadap Erosi pada 3 Variasi Tapak Tumbuh PT Bharinto Ekutama Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara. *In Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Satu Bumi*, 5(1).
- United States Department of Agriculture. (2008). Soil Quality Indicators-Chemical. USDA Fact Sheet.
- Widodo, K. H., & Kusuma, Z. (2018). Pengaruh Kompos Terhadap Sifat Fisik Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung di Inceptisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 959-967.
- Yudha, H. E. S., Prabu, K., & Delya, V. (2022). Analisis Pembentukan Tanah dari Batuan Penutup Overburden pada Area Reklamasi PT Borneo Indobara Guna Mendukung Keberhasilan Reklamasi Secara Berkelanjutan. *Indonesian Mining Professionals Journal*, 4(2), 123-134.
- Yulina, H., & Ambarsari, W. (2021). Hubungan Kadar Air dan Bobot Isi Tanah Terhadap Berat Panen Tanaman Pakcoy pada Kombinasi Kompos Sampah Kota dan Pupuk

Kandang Sapi. *AGRO TATANEN: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 3(2), 1-6.

Zainudin dan Kesumaningwati, R. (2021).
Penilaian Status Kesuburan Tanah

pada Beberapa Penggunaan Lahan
di Samarinda. *Jurnal
Agroekoteknologi Tropika Lembab*,
3(2): 106-111.