



# IMPLEMENTASI PROSES REKLAMASI MELALUI MONITORING DAN PENILAIAN LINGKUNGAN LAHAN BEKAS TAMBANG PT X, KALIMANTAN TIMUR TAHUN 2022

Ayudhia Rachmawati<sup>1\*</sup>, Afnila Dewi Sartika<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Sarjana, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman

## Artikel Info :

Received June 27, 2023

Accepted September 7, 2023

Available online September 30, 2023

Editor: Prayudhy Yushananta

## Keyword:

Environment; post-mining; assessment; reclamation; revegetation

## Kata kunci:

Lingkungan, pasca tambang; penilaian; reklamasi; revegetasi



Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

## Abstract

Reclamation is restoring the land's function after the exploration phase has been completed (post-mining). Revegetation is a series of reclamation actions that will include monitoring and assessing environmental quality (water, air, and soil) as a feasibility requirement and to reduce pollution. This study is descriptive, with data collected using participant observation and the direct involvement of researchers in a series of reclamation actions carried out by PT X during a specific time period. PT X's revegetation technique follows the specified management guidelines. Plants that are grown include: *Samanea saman*, *Calliandra calothyrsus*, *Sesbania grandiflora*, *Paraserianthes falcataria*, *Syzygium myrtifolium*, *Syzygium malaccense*, *Cocos nucifera* L., *Dimocarpus longan*, *Zea mays* L., and *White vinca*. Meanwhile, in terms of monitoring and analyzing environmental quality, the majority of them have met the requirements for environmental quality standards for ambient air, soil, and drinking water. However, the microbiological parameters (*E. coli* and total coliform) are still over acceptable levels. The Zn and Fe composition of the soil around the previous mine area is similar. Environmental quality assessments for PT X are still relevant and reasonable. This is predicated on the continuous revegetation process, in which the usage of fertilizer has the potential to increase concentrations of various environmental parameters. As a result, efforts must be made to use additional processed organic resources that are environmentally benign and applied in proper amounts to fertilize the soil on the ex-mining site.

Reklamasi merupakan proses yang dilakukan dalam upaya mengembalikan fungsi lahan setelah proses eksplorasi usai dilakukan (pasca tambang). Salah satu dari serangkaian kegiatan reklamasi adalah revegetasi, dimana akan adanya pemantauan dan penilaian kualitas lingkungan (air, udara, dan tanah), sebagai parameter kelayakan dan meminimalisir adanya pencemaran yang terjadi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, dengan teknik pengumpulan data menggunakan participant observation dimana adanya keterlibatan peneliti secara langsung dalam serangkaian kegiatan reklamasi yang dilakukan oleh PT X selama periode tertentu. Proses revegetasi yang dilaksanakan oleh PT X telah sesuai dengan standar yang ditetapkan, khususnya terkait dengan pemilihan jenis tanaman. Adapun tanaman yang dibudidayakan diantaranya trembesi, kaliandra, turi, sengon, pucuk merah, jambu bol, kelapa, kelengkeng merah, jagung, dan bunga putih. Sedangkan pada pemantauan dan penilaian kualitas lingkungan sebagian besar sudah memenuhi persyaratan baku mutu lingkungan pada udara ambien, tanah, dan air minum. Namun untuk parameter mikrobiologi (*E.coli* dan Total Coliform) masih diatas batas yang dipersyaratkan. Begitupun dengan kandungan Zn dan Fe pada tanah di sekitar lahan bekas tambang. Penilaian terkait dengan kualitas lingkungan PT X dinilai masih sesuai dan wajar, hal tersebut didasarkan pada proses revegetasi yang masih berjalan, dimana penggunaan pupuk berpotensi meningkatkan konsentrasi pada beberapa parameter lingkungan. Maka sebagai tindak lanjut nantinya, diperlukan upaya pemanfaatan olahan bahan organik lain, yang ramah lingkungan dan digunakan sesuai takaran dalam penyuburan tanah di lahan bekas tambang.

\* Corresponding author: Ayudhia Rachmawati

Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung, Sempaja Selatan, Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia.  
Email: rachmawatiayudhia@fkm.unmul.ac.id

## PENDAHULUAN

Reklamasi merupakan upaya yang dilakukan dalam memulihkan atau membenahi kondisi lingkungan dan ekosistem akibat dari usaha pertambangan hingga dapat difungsikan sebagaimana mestinya. Reklamasi terdiri atas serangkaian kegiatan yang terencana dan sistematis setelah tahapan eksplorasi selesai dilakukan (kegiatan pasca tambang), dimana rona awal kondisi lingkungan menjadi pertimbangan dan persyaratan yang harus dipenuhi (ESDM, 2016). Pertambangan batu bara erat kaitannya dengan degradasi sumber daya alam dan kerusakan habitat. Besaran material limbah hasil kegiatan pertambangan batu bara juga dapat berpotensi menjadi ancaman bagi spesies lokal untuk terjadinya spesies invasif dan dapat mempengaruhi keanekaragaman hayati yang ada. Adapun limbah pertambangan yang dihasilkan berpotensi mempengaruhi kondisi tanah, air dan udara, dimana dampak jangka panjangnya dapat mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat yang tinggal disekitarnya. (Goswami, 2015).

Adanya salah satu potensi dampak kesehatan yang dapat terjadi adalah gangguan pernapasan, hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa paparan debu batu bara yang melebihi nilai ambang batas ( $2 \text{ mg/m}^3$ ) dapat berpengaruh pada kejadian ISPA pada para pekerja di unit boiler sebanyak 65% (Rahman et al., 2020). Selain itu, pada delapan belas hasil peninjauan studi epidemiologi yang dilakukan di AS, Eropa dan China menunjukkan bukti yang konsisten terkait pertambangan batu bara dengan berbagai spektrum penyakit pada masyarakat yang tinggal atau berada disekitar kegiatan pertambangan, meliputi penyakit pada sistem peredaran darah, penyakit pernapasan, penyakit genitourinari, penyakit metabolik dan penyakit mata (Cortes-Ramirez et al., 2018). Kegiatan pertambangan batu bara juga berdampak terhadap risiko morbiditas yang lebih tinggi pada penyakit kardiovaskuler, pernapasan dan hipertensi pada masyarakat disekitarnya. Hasil penelitian lainnya menyebutkan, adanya hubungan positif produksi batu bara dengan peningkatan risiko penyakit

(Cortes-Ramirez et al., 2022).

Namun tidak dapat dipungkiri bahwa kegiatan pertambangan masih menjadi industri yang menjanjikan dan dapat mempengaruhi pendapatan masyarakat dan perkembangan perekonomian daerah maupun nasional. Kalimantan menyumbangkan sekitar 90% dari seluruh produksi batu bara negara. Adapun Kalimantan Timur menjadi salah satu provinsi yang menjadi basis dalam penyediaan energi, guna membangun ekonomi dan infrastruktur negara (Afkarina et al., 2019). Berdasarkan pada data Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2021 menyebutkan bahwa jumlah produksi batu bara pada Tahun 2021 lebih dari 290 juta ton. Produksi ini meningkat sebesar 89 juta ton, jika dibandingkan dari tahun sebelumnya (BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2021). Kegiatan penambangan batu bara berkontribusi terhadap terbentuknya emisi gas rumah kaca, akibat dari pelepasan gas metana dan hilangnya tutupan lahan (Kartikasari et al., 2019).

Adanya perubahan kondisi lingkungan yang terjadi di wilayah bekas tambang dan potensi risiko gangguan kesehatan bagi masyarakat sekitar, menjadikan reklamasi sebagai upaya perbaikan lahan agar lebih stabil dan produktif (Suprpto, 2008). Oleh sebab itu, studi lapangan ini ditujukan untuk melihat bagaimana serangkaian kegiatan penilaian dan monitoring yang dilakukan terhadap kualitas lingkungan secara menyeluruh pada lahan bekas tambang di PT X, sebagai perwujudan proses reklamasi yang dipersyaratkan dan berdampak bagi masyarakat sekitar lokasi bekas pertambangan di Kecamatan Tenggarong Selatan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

## METODE

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian deskriptif dengan cara menggambarkan tahapan pelaksanaan proses reklamasi sebagai tindakan pasca tambang yang dilakukan oleh PT X, Kalimantan Timur. Sehingga didapatkan representasi yang obyektif sebagai sebuah

pencarian informasi atau fakta guna optimalisasi program reklamasi yang berjalan melalui monitoring dan evaluasi, serta penilaian kualitas lingkungan. Metode yang digunakan adalah survei langsung dan analisis dokumenter (data sekunder).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui *participant observation* yakni dengan keterlibatan peneliti secara langsung dalam serangkaian kegiatan yang dilakukan dalam periode waktu tertentu, dimana dimungkinkan adanya pengamatan dan peningkatan pemahaman terkait dengan aktivitas yang sedang berlangsung (Kawulich, 2005). Selain itu, adanya keterlibatan supervisor lapangan sebagai informan yang akan memberikan data serta mengklarifikasi terkait temuan yang ditemukan di lapangan.

Data yang dikumpulkan berupa pengamatan survey lapangan, informasi supervisor dan data sekunder. Semua rangkaian kegiatan terinventarisasi melalui dokumentasi dan laporan praktek kerja lapangan atau magang di PT X pada Tahun 2022. Tahap pengolahan data melalui interpretasi guna mendapatkan penafsiran yang mendalam atas hasil yang diperoleh, dimana akan dilakukan peninjauan relevansi antara hasil dan teori serta penelitian sebelumnya (Martha & Kresno, 2017). Pada parameter kualitas air minum akan ditinjau relevansinya terhadap standar baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Parameter udara ambien akan dianalisis dengan menggunakan standar baku mutu pada PP RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sedangkan parameter tanah, akan dibandingkan hasil yang diperoleh dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh WHO dan kriteria yang ditetapkan pada penelitian sebelumnya.

## HASIL

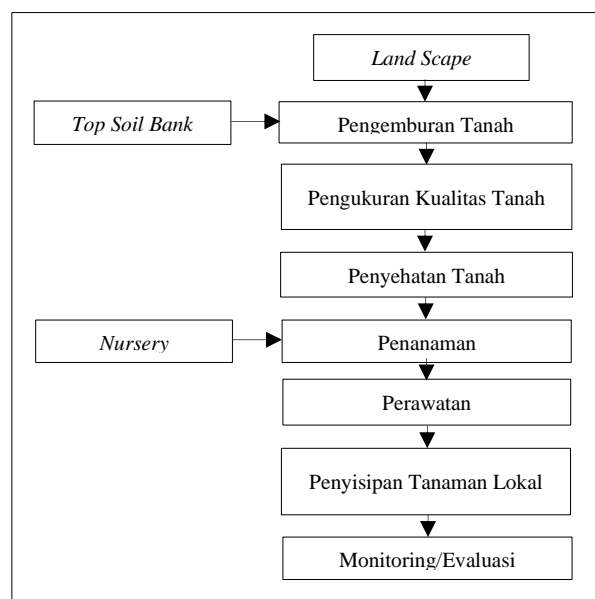
### a. Tahapan Pra-Reklamasi

Terdapat tahapan-tahapan yang dilakukan oleh PT X selama masa pra-reklamasi atau masa sebelum dan selama eksplorasi, meliputi kegiatan pembersihan lahan yang akan dijadikan sebagai area pertambangan (*land clearing*). Selanjutnya, dilakukan pemindahan tanah secara mekanis dan disimpan pada tempat khusus atau yang disebut

dengan proses pemindahan *top soil*. Sebelum pada proses pengambilan batu bara, maka diperlukan pemindahan batuan (*overburden*) hingga didapatkannya bijih dan diproses dengan sedemikian rupa hingga diperoleh logam. Adapun tahapan lanjutan yang dilakukan setelah proses eksplorasi adalah kegiatan penimbunan lahan bekas tambang dengan menggunakan tanah yang sebelumnya sudah disimpan pada tempat penyimpanan khusus. Tahapan ini diakhiri dengan kegiatan reklamasi yang wajib dilakukan pada masa pasca tambang, guna mengembalikan fungsi lingkungan sesuai dengan peruntukannya.

### b. Tahapan Reklamasi

Tahapan reklamasi yang dilakukan oleh PT X menjadi suatu bentuk tanggung jawab dan komitmen untuk mengembalikan manfaat lingkungan sebagaimana mestinya, dimana setelah seluruh kegiatan eksplorasi batu bara telah selesai dilaksanakan. Adapun tahapan ini diawali dengan kegiatan penataan lahan pasca tambang (*land scape*) dan pengemburan tanah melalui proses pengolahan tanah, guna mengembalikan tingkat kesuburan tanah.



Gambar 1. Tahapan Reklamasi

Pengukuran kualitas tanah merupakan tahapan lanjutan, guna menguji kualitas tanah yang akan disesuaikan dengan standar yang berlaku, hingga dikatakan dapat sebagai media tanaman. Tingginya beban lingkungan akibat dari kegiatan pertambangan, menjadikan kegiatan penyehatan tanah perlu dilakukan, dengan

memberikan pupuk guna meningkatkan kesuburan tanah. Apabila media tanam sudah siap dan layak, maka selanjutnya adalah kegiatan penanaman tanaman yang telah dibudidayakan di lokasi pembibitan (*nursery*). *Nursery* yang terdapat di PT X, terbagi atas dua lokasi. Lokasi pertama diutamakan pembibitan pada tanaman

pakan ternak dan bunga. Sedangkan lokasi selanjutnya adalah tanaman buah-buahan. Beberapa jenis tanaman yang dibudidayakan, diantaranya trembesi, kaliandra, turi, sengon, pucuk merah, jambu bol, kelapa, kelengkeng merah, jagung, dan bunga putih.



Gambar 2. Lokasi pembibitan (*nursery*) di PT X.

Penyelenggaraan pembibitan memerlukan adanya perawatan atau penyulaman, dimana kegiatan ini merupakan proses pembersihan di sekitar tanaman agar pertumbuhan masing-masing tanaman tidak terhambat. Adanya penyisipan tanaman asli yang hidup sebelum dilakukan kegiatan di area pertambangan, hal ini sebagai langkah mengembalikan keanekaragaman hayati lokal. Tahapan terakhir yakni kegiatan monitoring dan evaluasi, dimana dilakukannya proses penilaian tingkat keberhasilan dan kegagalan kegiatan reklamasi, guna menemukan formula yang sesuai dengan aturan yang telah dipersyaratkan.

#### c. Program Pasca tambang

PT X melingkupi 4 Desa di Kecamatan Tenggarong Selatan, Kabupaten Kutai Kartanegara, adapun beberapa inisiasi program pasca tambang yang sedang dan akan dilakukan meliputi : program dibidang kesehatan, pemberdayaan pertanian terpadu, program bidang pendidikan, adanya bantuan kegiatan sosial dan budaya, pengembangan usaha jamur tiram, pakan fermentasi, pupuk organik, dan membentuk bank sampah.

#### d. Monitoring Kualitas Lingkungan

Pemantauan dan penilaian kualitas lingkungan di lahan bekas tambang dilakukan dalam upaya optimalisasi penanaman kembali (*revegetasi*) tumbuhan dan minimalisasi dampak lingkungan akibat dari serangkaian kegiatan pertambangan yang telah dilakukan. Adanya pengukuran kualitas lingkungan di PT X berupa pengukuran tanah, air, dan udara, yang dilakukan oleh pihak ketiga.

#### e. Hasil Pengukuran Tanah

Pengukuran tanah terdiri atas beberapa pengukuran yakni analisa fisik (*Silt, Clay, Sand, dan Texture*). Adapun pengukuran pH, kation basa, kejenuhan basa dan seterusnya. Namun, pada penyampaiannya akan lebih dititik beratkan pada kandungan logam di dalam tanah.

Berdasarkan pada Tabel 1, terlihat dari 6 parameter logam dalam tanah yang diukur terdapat empat parameter yakni Pb, Cd, Cu dan Mn yang telah sesuai dengan baku mutu yang diijinkan terkandung dalam tanah. Sedangkan untuk 2 parameter lainnya, Zn dan Fe masih berada di atas baku mutu yang dipersyaratkan (Sartika, 2022)(Osobamiro et al., 2019)(Widowati & Sukristyonubowo, 2012).

Tabel 1. Hasil pengukuran kandungan logam pada tanah di area bekas tambang di PT X

No	Parameter	Metode	Satuan	Hasil		Baku Mutu
				0-30	30-60	
1	Pb	AAS	mg/kg	26,91	26,37	85 <sup>*)</sup>
2	Cd	AAS	mg/kg	0,65	0,54	0,8 <sup>*)</sup>
3	Cu	AAS	mg/kg	21,08	24,96	36 <sup>*)</sup>
4	Zn	AAS	mg/kg	57,50	52,56	50 <sup>*)</sup>
5	Fe	AAS	mg/kg	1784,37	1794,62	260 <sup>**)</sup>
6	Mn	AAS	mg/kg	32,54	47,25	15-60 <sup>**)</sup>

Keterangan :

\*) : Baku Mutu (WHO, 1996 dalam Osobamiro et al., 2019).

\*\*) : Kriteria penilaian didasarkan pada hasil analisis tanah (Balittanah 2005 dalam Widowati &amp; Sukristyonubowo, 2012)

## f. Hasil Pengukuran Air

Pengukuran kualitas air terdiri atas analisa fisik, kimia organik dan anorganik, serta mikrobiologi. Pengukuran kualitas fisik air terdiri atas bau, zat padat terlarut, kekeruhan, rasa, suhu, dan warna. Pengukuran kimia organik terdiri dari Hg, As, Fe, Cd, Cl, Mn, pH, Zn, Cu, Pb, Cr, Mo, dst. Sedangkan kimia organik meliputi deterjen dan zat organik. Pada pengukuran mikrobiologi dalam air yakni kandungan *E.Coli* dan *Total Coliform*.

Berdasarkan pada Tabel 2, maka seluruh pengukuran parameter fisik, kimia anorganik, dan kimia organik air di area bekas tambang PT X telah memenuhi baku mutu yang telah dipersyaratkan. Sedangkan untuk parameter mikrobiologi (*E.Coli* dan *Total Coliform*), masih belum memenuhi standar baku mutu yang ada berdasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum (Sartika, 2022).

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air di area bekas tambang di PT X.

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
<b>Fisika</b>				
1.	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
2.	Zat Padat Terlarut	mg/l	39	500
3.	Kekeruhan	NTU	0.5	5
4.	Rasa	-	Tidak berasa	Tidak berasa
5.	Suhu Udara	°C	30	Suhu ± 3
	Suhu Air	°C	27	
6.	Warna	TCU	2.4	15
<b>Kimia Anorganik</b>				
7.	Air Raksa (Hg)	mg/l	< 0.000024	0.001
8.	Arsen (Ar)	mg/l	< 0.00074	0.01
9.	Besi (Fe)	mg/l	<0.016	0.3
10.	Fluorida	mg/l	0.1	1.5
11.	Kadmium (Cd)	mg/l	< 0.01	0.003
12.	Kesadahan (CaCO <sub>2</sub> )	mg/l	25	500
13.	Klorida (Cl)	mg/l	4	250
14.	Mangan (Mn)	mg/l	< 0.005	0.4
15.	Nitrat	mg/l	1.5	50
16.	Nitrit	mg/l	< 0.033	3
17.	pH	-	7.6	6.5 – 8.5
18.	Ammonia	mg/l	< 0.013	1.5
19.	Alumunium	mg/l	< 0.009	0.2
20.	Selenium (Se)	mg/l	< 0.0006	0.01
21.	Seng (Zn)	mg/l	0.01	3
22.	Tembaga (Cu)	mg/l	< 0.004	2

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
23.	Barium (Ba)	mg/l	< 0.05	0.7
24.	Sianida	mg/l	< 0.004	0.07
25.	Sulfat	mg/l	6	250
26.	Nikel (Ni)	mg/l	< 0.011	0.07
27.	Natrium (Na)	mg/l	3	200
28.	Timbal (Pb)	mg/l	< 0.066	0.01
29.	Boron (B)	mg/l	0.2	0.5
30.	Krom Total (Cr)	mg/l	< 0.008	0.05
31.	Molebdenum (Mo)	mg/l	< 0.01	0.07
<b>Kimia Organik</b>				
33.	Deterjen	mg/l	< 0.012	0.05
34.	Zat Organik	mg/l	0.7	10
<b>Mikrobiologi</b>				
35.	<i>E. Coli</i>	Jml/100 ml	22	0
36.	<i>Total Coliform</i>	Jml/100 ml	< 1.8	0

#### g. Hasil Pengukuran Udara Ambien

Pengukuran kualitas udara ambien terdiri atas pengukuran konsentrasi partikel dan gas. Berdasarkan pada Tabel 3, maka seluruh pengukuran parameter gas dan partikel di area

bekas tambang PT X telah memenuhi baku mutu yang telah dipersyaratkan pada PP RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Sartika, 2022).

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas udara ambien di area bekas tambang di PT X.

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
1.	Partikulat Debu < 100 $\mu\text{m}$ (TSP) 24 Jam	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	32	230
2.	Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ )	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	< 9.3	150
3.	Karbon Monoksida (CO)	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	< 119	10000
4.	Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ )	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	< 13.7	2001
5.	Oksidan ( $\text{O}_3$ )	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	78	150
6.	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	66	160
7.	Timbal (Pb) 24 Jam	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	0.03	2
8.	Partikulat Debu < 10 $\mu\text{m}$ ( $\text{PM}_{10}$ ) 24 Jam	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	14	75
9.	Partikulat Debu < 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\text{PM}_{2.5}$ ) 24 Jam	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	35	55

## PEMBAHASAN

Revegetasi merupakan salah satu tahapan dalam pelaksanaan proses reklamasi di lahan bekas tambang. Adapun PT X mengalokasikan lahan seluas 858,62 hektar dari total luas lahan 1.610,94 hektar yang diperuntukkan untuk revegetasi. Perlunya pemenuhan dalam penentuan kriteria pemilihan tanaman juga berperan penting pada keberhasilan proses reklamasi yang sedang dilaksanakan oleh PT X. Pada pengelolaan *nursery*, PT X memilih jenis tanaman berdasarkan pada jenis tanaman lokal pionir yang tahan terhadap paparan matahari, jenis tanaman yang cepat tumbuh dan tidak

memerlukan unsur hara yang banyak, dan jenis tanaman yang mudah dan murah dalam perbanyakannya, penanaman, dan pemeliharaan (Sartika, 2022). Kriteria ini selaras dengan ketentuan dalam standar jenis tanaman revegetasi lahan pasca tambang batu bara, yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Badan Standarisasi Instrumen LHK, 2022).

Hal tersebut menjadi pertimbangan terhadap percepatan pertumbuhan tanaman yang dibudidayakan, meskipun pada lahan marginal dan miskin unsur hara. Berbagai dampak dapat terjadi akibat dari kesalahan pemilihan jenis

tanaman yakni adanya dampak negatif akibat munculnya spesies invasif, pertumbuhan tidak optimal hingga menyebabkan tanaman kering dan mati (sumber penyakit tanaman) karena akan menyerap air dan hara bagi tanaman yang lain, apabila terlalu banyak jenis tanaman yang cepat tumbuh menyebabkan tanaman lokal daur panjang akan terhambat pertumbuhannya (Badan Standarisasi Instrumen LHK, 2022). Selain itu, revegetasi yang gagal akan meningkatkan potensi terjadinya erosi, yang mana lahan menjadi kritis dan berdampak pada kerusakan tanah (Budiana *et al.*, 2017).

Pengaruh kondisi lingkungan juga dapat mempengaruhi keberhasilan dari proses reklamasi, seperti halnya konsentrasi logam dalam tanah. Zn merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, namun pada konsentrasi yang tinggi akan bersifat toksik atau beracun. Tingginya kandungan Zn dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman dan penurunan produksi biomassa hingga berakibat fatal. Gejala yang terlihat adalah pucuk yang kerdil, daun muda yang mengalami pengeritingan dan penggulungan, serta kematian ujung daun dan klorosis (Gyana & Premananda, 2003).

Sedangkan Fe juga merupakan mikronutrien yang penting bagi tanaman. Namun sama halnya dengan Zn, dimana pada konsentrasi tinggi akan menjadi racun (Lapaz *et al.*, 2022). Tingkat toksisitas Fe akan menyebabkan terjadinya gangguan morfologis dan fisiologis, gangguan pada aktivitas enzimatis, ketidakseimbangan nutrisi, dan kerusakan membran. Pada kondisi yang paling parah akan menyebabkan kematian sel yang dapat merubah struktur pada bagian proses fotosintesis hingga menghambat metabolisme karbon (Zahra *et al.*, 2021).

Pada aspek kesehatan dimana Zn merupakan nutrisi yang penting bagi manusia yang difungsikan untuk metaloenzim. Namun apabila terpapar dalam dosis yang tinggi secara oral akan menyebabkan iritasi gastrointestinal pada manusia. Paparan jangka panjangnya dapat menimbulkan efek pada penurunan jumlah eritrosit dan hematokrit (ATSDR, 2005). Sedangkan efek dari zat besi yang tertelan dapat menyebabkan cedera kausatik pada mukosa gastrointestinal, yang mana dapat menyebabkan muntah hingga diare. Pada dosis yang tinggi

dapat mengganggu fosforilasi oksidatif bahkan dapat menyebabkan kematian sel (Baranwal & Singhi, 2003).

Selain pertimbangan kualitas tanah, kualitas air juga memiliki peranan yang cukup penting dalam program reklamasi. Dimana kualitas air minum pada parameter mikrobiologi di lokasi bekas tambang PT X masih melebihi batas aman yang dipersyaratkan. Kehadiran *E.coli* dalam air menjadi indikasi adanya kontaminasi oleh kotoran manusia maupun hewan. Adapun *E.coli* dapat masuk ke dalam air dengan berbagai cara, seperti larut dalam air bersama dengan kondisi tanah sekitar yang telah terkontaminasi *E.coli* akibat dari penggunaan pupuk kandang (Rock *et al.*, 2018). Hal ini menjadi wajar ditengah adanya program revegetasi di PT X, dimana diperlukannya pupuk kandang untuk kesuburan tanah guna mempercepat pertumbuhan tanaman. *E.coli* pada hakekatnya dapat bertahan hidup dan berkembang pada berbagai kondisi tanah yang ekstrem (Nautiyal *et al.*, 2010). Kontaminasi *E.coli* dari pupuk kandang dan air ke tanaman diawali melalui sistem akar dan kemudian bermigrasi ke seluruh bagian tanaman, bahkan pada bagian yang dapat dikonsumsi (Solomon *et al.*, 2002). Gejala kesehatan yang dapat terjadi akibat dari kontaminasi *E.coli* adalah diare berair atau berdarah, demam, kram perut, mual, dan muntah. Tingkat keparahannya bervariasi, dimana anak-anak lebih berisiko untuk mengalami masalah kesehatan yang cukup serius seperti gagal ginjal hingga kematian akibat dari infeksi *E.Coli* (Centers for Disease Control and Prevention, 2019).

Berdasarkan pada penjabaran diatas, kondisi lingkungan di lahan bekas tambang PT X masih perlu dilakukan perbaikan pada beberapa parameter kualitas lingkungan, sebelum nantinya secara luas dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Meskipun begitu PT X telah berkomitmen untuk melakukan monitoring dan penilaian kualitas lingkungan yang dilakukan secara berkala setiap 6 (enam) bulan sekali, guna memastikan keberhasilan dan kebermanfaatannya program yang dilaksanakan.

## SIMPULAN

Proses revegetasi di lahan bekas tambang PT X telah sesuai dengan peraturan yang dianjurkan oleh KLHK. Adapun sebagian besar pemenuhan

standar baku mutu kualitas lingkungan telah terlaksana, hanya pada beberapa parameter seperti kandungan mikrobiologis dalam air serta kandungan Zn dan Fe pada tanah yang mana masih perlu perbaikan dan pemantauan secara berkala. Hal tersebut masih dinilai wajar, karena proses reklamasi masih berjalan, dimana beberapa aspek pendukungnya berpotensi meningkatkan konsentrasi pada beberapa parameter lingkungan. Adanya penggunaan pupuk pada proses revegetasi yang dimanfaatkan untuk percepatan pertumbuhan tanaman dapat memicu peningkatan kontaminan baik pada air dan tanah di sekitar lahan bekas tambang. Oleh sebab itu, perlunya dilakukan upaya meminimalisir penggunaan pupuk anorganik dan beralih seluruhnya ke pupuk organik, yang mana dinilai lebih ramah lingkungan. Namun, tetap perlu diperhatikan oleh jumlah takaran yang diberikan agar tidak menjadi beban berlebih pada lingkungan. Adapun perlunya penggunaan dekomposer yang alami sebagai bahan campuran dalam membuat kompos, sehingga kedepannya baik konsentrasi bahan kimia dan bakteri yang berlebih di lingkungan dapat di tekan sesuai dengan batas aman yang telah dipersyaratkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM), Universitas Mulawarman dan PT X, Tenggarong Selatan, Kalimantan Timur yang telah membantu dan memfasilitasi seluruh kegiatan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afkarina, K. I. I., Wardana, S., & Damayanti, P. (2019). Coal Mining Sector Contribution To Environmental Conditions and Human Development Index in East Kalimantan Province. *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, 2(2), 192–207. <https://doi.org/10.7454/jessd.v2i2.1025>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2005). *ToxGuide for Zinc (Zn)*.
- Badan Standarisasi Instrumen LHK. (2022). *Standar Jenis Tanaman Revegetasi Lahan Pascatambang Batubara*.
- Baranwal, A. K., & Singhi, S. C. (2003). Acute iron poisoning: management guidelines. *Indian Pediatrics*, 40(6), 534–540.
- BPS Provinsi Kalimantan Timur. (2021). *Produksi Batubara (Ton), 2019-2021*. <https://kaltim.bps.go.id/indicator/10/361/1/produksi-batubara.html>
- Budiana, I. G. E., Jumani, & Biantary, M. P. (2017). Tambang Batubara di PT Kitadin Site Embalut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal AGRIFOR*, XVI(2), 195–208.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019). *E. coli Infection*. <https://www.cdc.gov/healthypets/diseases/ecoli.html#:~:text=Symptoms of infection with this,can even die from E>.
- Cortes-Ramirez, J., Naish, S., Sly, P. D., & Jagals, P. (2018). Mortality and morbidity in populations in the vicinity of coal mining: A systematic review. *BMC Public Health*, 18(721), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5505-7>
- Cortes-Ramirez, J., Wraith, D., Sly, P. D., & Jagals, P. (2022). Mapping the Morbidity Risk Associated with Coal Mining in Queensland, Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1206), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031206>
- ESDM. (2016). *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara*.
- Goswami, S. (2015). Impact of Coal Mining on Environment. *European Researcher*, 92(3), 185–196. <https://doi.org/10.13187/er.2015.92.185>
- Gyana, R., & Premananda, D. (2003). Review article Methods for studying root colonization by introduced. *Agronomie*, 23(1), 3–11. <https://doi.org/10.1051/agro:2002073>
- Kartikasari, R., Rachmansyah, A., & Leksono, A. S. (2019). Impact of Coal Mining in Forest Area To Carbon Emission in Kutai Kartanegara, East Kalimantan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(4), 1066–1074. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.4.1066-1074>
- Kawulich, B. B. (2005). Participant observation as a data collection method. *Forum Qualitative Social Research: Sozialforschung (FQS)*, 6(2).
- Lapaz, A. de M., Yoshida, C. H. P., Gorni, P. H., de Freitas-Silva, L., Araújo, T. de O., & Ribeiro, C. (2022). Iron toxicity: effects on the plants and detoxification strategies. *Acta Botanica Brasilica*, 36, 1–9. <https://doi.org/10.1590/0102->



- 33062021abb0131
- Martha, E., & Kresno, S. (2017). *Metodologi Penelitian Kualitatif* (1st ed.). PT RajaGrafindo Persada.
- Nautiyal, C. S., Rehman, A., & Chauhan, P. S. (2010). Environmental Escherichia coli occur as natural plant growth-promoting soil bacterium. *Archives of Microbiology*, *192*(3), 185–193. <https://doi.org/10.1007/s00203-010-0544-1>
- Osobamiro, T. M., Awolesi, O., Alabi, O. M., Oshinowo, A. Y., Oshinowo, M. A., & Busari, F. A. (2019). Heavy Metal Levels of Soil Samples Collected From a Major Industrial Area in Abeokuta, Southwestern Nigeria. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, *9*(8), 914–919. <https://doi.org/10.29322/ijsrp.9.08.2019.p92125>
- Rahman, Z. F., Mulia, S. A., Sugiharta, A. M. B., Susanti, L., & Tualeka, A. R. (2020). Coal dust and acute respiratory infections in south Kalimantan PT 'X' coal mining workers. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, *14*(1), 444–447. <https://doi.org/10.37506/v14/i1/2020/ijfmt/192939>
- Rock, C., McLain, J., Rivadeneira, P., Brassil, N., & Dery, J. (2018). E. coli, Water Quality, Food Safety, and Human Health. In *The University of Arizona (Collage of Agriculture and Life Sciences)* (Issue April).
- Sartika, A. D. (2022). *Laporan Akhir Magang Mahasiswa Tahun Akademik 2022/23*.
- Solomon, E. B., Yaron, S., & Matthews, K. R. (2002). Transmission of Escherichia coli O157:H7 from contaminated manure and irrigation water to lettuce plant tissue and its subsequent internalization. *Applied and Environmental Microbiology*, *68*(1), 397–400. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.1.397-400.2002>
- Suprpto, S. J. (2008). Tinjauan Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *Buletin Sumber Daya Geologi*, *3*(1), 20–30.
- Widowati, L. R., & Sukristyonubowo. (2012). Dynamics of pH, Ferrum and Mangan, and Phosphorus on Newly Opened Paddy Soil having High Soil Organic Matter on Rice Growth. *Jurnal TANAH TROPIKA (Journal of Tropical Soils)*, *17*(1), 1–8. <https://doi.org/10.5400/jts.2012.17.1.1>
- Zahra, N., Hafeez, M. B., Shaukat, K., Wahid, A., & Hasanuzzaman, M. (2021). Iron toxicity in plants: Impacts and remediation. *Physiologia Plantarum*, *173*. <https://doi.org/10.1111/ppl.13361>