

Perkembangan Komunitas Vegetasi di Lahan Pascatambang: Studi Kasus Ekosistem Pertambangan Emas di Paningkaban, Banyumas

Tien Aminatun*, Edi Istiyono, Nurul Khotimah, Khoiruna Arifah, Nur Rizki Putri Ramadhanti, Bagus Budi Priyono, dan Komang Ayu Candra Pratisthita

Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia; e-mail: tien_aminatun@uny.ac.id

ABSTRAK

Aktivitas pertambangan emas banyak menyebabkan degradasi lahan. Kegiatan revegetasi dalam upaya rehabilitasi perlu dilakukan. Evaluasi keberhasilan rehabilitasi ekosistem dapat dilakukan dengan melihat indikator penutupan vegetasi. Dengan demikian, perubahan struktur komunitas dan tutupan vegetasi tersebut perlu dipetakan dan dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan rehabilitasi ekosistem. Metode penelitian menggabungkan transek dan metode petak untuk memperoleh data vegetasi dan jumlah individu setiap jenis. Dalam hal ini masing-masing titik terdiri atas 3 plot dengan ukuran petak 10x10 meter untuk vegetasi tingkat pohon, 5x5 meter untuk semak, dan 1x1 meter untuk herba. Analisis struktur komunitas vegetasi berdasarkan indeks nilai penting (INP), indeks keanekaragaman jenis (H'), indeks kekayaan jenis (R), indeks dominansi (C), dan indeks kemerataan jenis (E) menurut Odum. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perkembangan struktur komunitas vegetasi sebagai indikator keberhasilan rehabilitasi ekosistem pascatambang pada lahan sebelum tambang, lahan aktif, dan lahan pascatambang serta memberikan rekomendasi terkait rehabilitasi ekosistem pascatambang berdasarkan hasil perhitungan perubahan struktur komunitas vegetasi. Hasil menunjukkan bahwa tahap perkembangan rehabilitasi ekosistem pascatambang berdasarkan INP, indeks keanekaragaman, indeks kekayaan, indeks dominansi, dan indeks kemerataan jenis tertinggi pada lahan bekas tambang yang telah dilakukan revegetasi. Rekomendasi rehabilitasi ekosistem pascatambang yang ada yakni dengan menutup terlebih dahulu lubang bekas tambang - pengolahan tanah topsoil agar dapat ditanami - revegetasi menggunakan jenis tanaman dengan INP tertinggi seperti rumput bebesan (*Oplismenus burmannii*) di strata herba sebagai tumbuhan pionir, kapulaga (*Elettaria cardamomum*) atau awar-awar (*Ficus septica*) di strata semak, dan sengon (*Albizia chinensis*) di strata pohon.

Kata kunci: Vegetasi, Pascatambang, Tambang Emas, Ekosistem, Banyumas

ABSTRACT

Gold mining activities lead to a lot of land degradation. Revegetation activities in rehabilitation efforts need to be undertaken. Evaluation of the success of ecosystem rehabilitation can be done by looking at indicators of vegetation cover. Thus, those changes in community structure and vegetation cover need to be mapped and analyzed to know the success rate of ecosystem rehabilitation. The research method combined transects and plot methods to obtain vegetation data and the number of individuals of each type. In this case each point consists of 3 plots with a plot size of 10x10 meters for tree-level vegetation, 5x5 meters for shrub, and 1x1 meters for herbs. Analysis of vegetation community structure based on importance value index (INP), species diversity index (H'), species richness index (R), dominance index (C), and species evenness index (E) according to Odum. The aim of this study was to identify the development of vegetation community structure as an indicator of the success of postmining ecosystem rehabilitation on pre-mining land, active land, and postmining land as well as to provide recommendations regarding ecosystem rehabilitation of postmining vegetative community changes based on the results. Results showed that the development stage of postmining ecosystem rehabilitation based on INP, diversity index, richness index, dominance index, and evenness index was the highest in the revegetated former mine land. Recommendations for rehabilitation of existing post-mining ecosystems are by preliminary closure of former mine pits - topsoil land treatment so that they can be planted - revegetation using plant species with the highest INP such as weeds (*Oplismenus burmannii*) in herbaceous strata as pioneer plants, capuga (*Elettaria cardamomum*) or awar-awar (*Ficus septica*) in shrub strata, and sengon (*Albizia chinensis*) in tree strata.

Keywords: Vegetation, Post-mining, Gold Mining, Ecosystem, Banyumas

Citation: Aminatun, T., Istiyono, E., Khotiman, N., Arifah, K., Ramadhanti, N. R. P., Priyono, B. B., dan Pratisthita, K. A. C. (2026). Perkembangan Komunitas Vegetasi di Lahan Pascatambang: Studi Kasus Ekosistem Pertambangan Emas di Paningkaban, Banyumas. Jurnal Ilmu Lingkungan, 24(3), 751-762, doi:10.14710/jil.24.3.751-762

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam yang luar biasa, salah satunya adalah tambang emas. Pertambangan emas rakyat di Desa Paningkaban ini tepatnya terletak di Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Pertambangan rakyat di desa ini menggunakan teknologi tradisional berupa pemuatan terowongan (*adit*) dan lubang sumuran (*shaft*), dengan jumlah lubang tambang tercatat sementara ada sebanyak kurang lebih 60 lubang tambang (Aziz, 2014). Aktivitas operasional tambang ini menghasilkan tailing tanpa pengolahan standar, pembuangan limbah sisa amalgamasi secara terbuka, serta perubahan topografi berupa galian terbuka dan timbunan batuan (*waste rock*) yang meninggalkan lahan terdegradasi di sekitar site pertambangan.

Aktivitas pertambangan emas, sebagaimana yang ada di Desa Paningkaban, Banyumas memberikan dampak terhadap ekosistem lahan yang ditambang. Dampak ini meliputi degradasi lahan akibat rusaknya lapisan tanah pucuk, berkurangnya unsur hara dan penurunan kesuburan tanah. Penggunaan bahan-bahan kimia dalam pencucian emas, juga menyebabkan lahan bekas tambang sulit ditumbuhi vegetasi. Adanya kegiatan penambangan, pengolahan, sampai dengan pencucian emas tentu akan mempengaruhi lingkungan sekitar masing – masing lokasi. Hal ini akan berpengaruh nyata terhadap bidang lingkungan, ekonomi, dan sosial masyarakat pula. Sebagaimana dalam literatur bahwa terdapat tiga dampak yang ditimbulkan dari kegiatan penambangan rakyat tidak berizin yakni dampak ekonomi, dampak lingkungan, dan dampak kesehatan (Dondo *et al.*, 2021).

Kegiatan revegetasi dalam upaya rehabilitasi lahan perlu dilakukan untuk memperbaiki dampak kegiatan pertambangan terutama terhadap kondisi lingkungan. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan pemilihan jenis-jenis vegetasi yang sesuai kondisi iklim dan ekosistem lahan bekas pertambangan setempat. Evaluasi keberhasilan rehabilitasi ekosistem dapat dilakukan dengan melihat indikator ekologi yang berupa perkembangan suksesi vegetasi (Zhen *et al.*, 2017). Praktik revegetasi yang dilakukan di berbagai wilayah Indonesia menunjukkan bahwa pemilihan spesies tanaman lokal dan adaptif menjadi kunci keberhasilan dalam pemulihan ekosistem lahan bekas tambang (Wijayanti *et al.*, 2020).

Pratiwi *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa pengelolaan lanskap pascatambang perlu memperhatikan kondisi fisik dan biologis tanah agar vegetasi dapat tumbuh optimal. Pemulihan vegetasi bergantung kemampuan vegetasi tersebut dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik (Lestari *et al.*, 2022).

Hal tersebut dapat direpresentasikan melalui hasil analisis struktur komunitas vegetasi pada setiap tingkatan yang ada meliputi herba, semak, dan pohon. Struktur komunitas ini sendiri dapat berupa analisis pada indeks nilai penting (INP), indeks keanekaragaman jenis, indeks kekayaan jenis, dan

indeks kemerataan jenis vegetasi. Shikuzawa, *et al.*, (2024) menyatakan bahwa keanekaragaman spesies vegetasi merupakan indikator yang efektif untuk menilai keberhasilan pemulihan tanah dan vegetasi pada lahan bekas kegiatan tambang, seperti tambang emas. Studi kasus di wilayah Arktik menunjukkan bahwa perencanaan revegetasi yang matang dari tahap desain hingga implementasi sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pemulihan lanskap pascatambang (Turcotte *et al.*, 2025).

Penelitian terkait penilaian ekosistem lahan bekas tambang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, akan tetapi belum dikaitkan dengan proses suksesi vegetasi dengan melihat perkembangan tutupan dan struktur komunitas vegetasi itu sendiri. Selain itu, belum terdapat banyak penelitian pula yang melihat bagaimana suksesi komunitas vegetasi pada lahan bekas pertambangan mampu berkontribusi pada perbaikan kandungan hara tanah.

Dengan demikian perkembangan struktur komunitas vegetasi yang mampu menggambarkan proses suksesi vegetasi pada lahan bekas pertambangan perlu dipetakan dan dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan rehabilitasi ekosistem. Penilaian terhadap perkembangan struktur komunitas vegetasi dan pemetaan kemudian dapat dilakukan pada lahan pertambangan emas yang ada di Desa Paningkaban, Banyumas. Hal ini mengingat kegiatan pertambangan emas rakyat di Desa Paningkaban juga telah disertai upaya rehabilitasi pada lahan pascatambang yang tidak lagi aktif digunakan. Selain itu, keberhasilan rehabilitasi lahan pascatambang dengan revegetasi yang berkelanjutan dapat menjadi indikator penting dalam menilai efektivitas pemulihan ekosistem tambang secara menyeluruh (Li *et al.*, 2023).

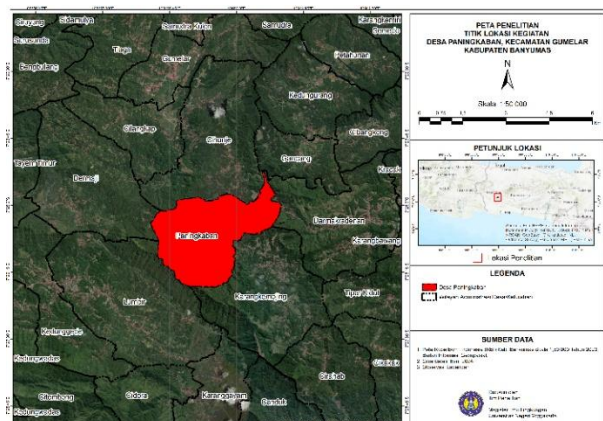
Berdasarkan hal ini kemudian dilakukan penelitian untuk (1) mengetahui perkembangan struktur komunitas vegetasi sebagai indikator keberhasilan rehabilitasi ekosistem pascatambang; dan (2) memberikan rekomendasi terkait rehabilitasi ekosistem pascatambang berdasarkan hasil perhitungan perubahan struktur komunitas vegetasi.

2. METODE PENELITIAN

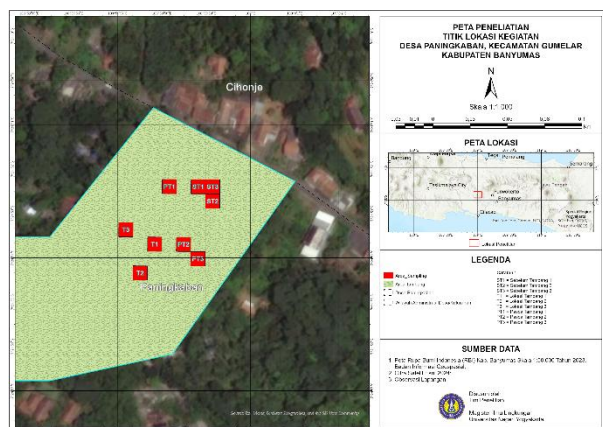
Penelitian ini dilakukan di lokasi pertambangan emas rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah (Gambar 1).

Penelitian dilakukan pada lahan sebelum ditambang, lahan aktif ditambang, dan lahan pascatambang emas rakyat. Setiap area yang diteliti, ditentukan lahan pengambilan sampel berdasarkan metode *purposive sampling* yang memperoleh sampling pada 3 lahan sebelum ditambang, 3 lahan aktif ditambang, dan 3 lahan pascatambang (Gambar 2). *Purposive sampling* dalam hal ini dilakukan pada penentuan lahan sampling mengingat lokasi penelitian memiliki topografi yang tidak seluruhnya rata dan cenderung memiliki kemiringan cukup tinggi maka kemudian lahan yang digunakan dipilih dengan tujuan mempermudah pengambilan data. Selain itu

juga ditentukan dengan mempertimbangkan kerimbunan vegetasi agar data yang diperoleh cukup beragam dan merepresntasi dengan baik.



Gambar 1. Peta Lokasi Kegiatan



Gambar 2. Titik Lokasi Pengambilan Sampel

Tahapan penelitian ini meliputi: (1) penentuan titik sampling berdasarkan aktivitas pertambangan, yaitu lahan yang belum ditambang, lahan di area penambangan dan lahan yang telah selesai ditambang; (2) analisis struktur komunitas vegetasi; (3) analisis vegetasi pioner untuk rekomendasi rehabilitasi ekosistem pascatambang; (4) analisis data dengan deskriptif kuantitatif. Pengambilan sampel sendiri dilakukan ketika musim kemarau dengan metode pengambilan sampel tanah dilakukan penggalian sampai kedalaman kurang lebih 25 cm agar diperoleh lapisan *topsoil* tanah yang merupakan lapisan subur mampu menggambarkan kesuburan tanah dari dilakukannya rehabilitasi ekosistem tambang. Pengambilan sampel tanah ini dilakukan pengulangan sebanyak 3x pada masing-masing petak.

Pengambilan data vegetasi dilakukan pada titik-titik sampling menggunakan metode analisis struktur komunitas vegetasi dengan menggabungkan metode transek dan metode petak untuk memperoleh data jenis-jenis vegetasi dan jumlah individu setiap jenis. Dalam hal ini masing-masing titik terdiri atas 3 plot dengan ukuran masing-masing petak pada setiap plot yaitu terdiri atas 1 petak 10x10 meter untuk vegetasi tingkat pohon, 1 petak 5x5 meter untuk semak, dan 1

petak 1x1 meter untuk herba. Jarak antarplot tidak dapat dibuat sama mengingat titik lahan sampling dipilih dengan purposive random sampling.

Analisis struktur komunitas vegetasi adalah berdasarkan indeks nilai penting (INP), indeks keanekaragaman jenis (H'), indeks kekayaan jenis (R), indeks dominansi (C), dan indeks kemerataan jenis (E) menurut Odum.

Indeks Nilai Penting (INP)

Analisis struktur dan komposisi jenis diperoleh dengan melakukan perhitungan indeks nilai penting, kerapatan, kerapatan relatif, frekuensi, frekuensi relatif, dominansi, dan dominansi relatif. Adapun rumusnya mengikuti Mueller Dombois dan Ellenberg (1974) sebagai berikut:

a. Kerapatan (K)

$$\frac{\text{Jumlah Individu Suatu Jenis}}{\text{Luas Petak Pengamatan}}$$

b. Kerapatan Relatif (KR)

$$\frac{\text{Kerapatan Suatu Jenis}}{\text{Kerapatan Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

c. Frekuensi (F)

$$\frac{\text{Jumlah petak ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh petak}}$$

d. Frekuensi Relatif (RF)

$$\frac{\text{Frekuensi Suatu Jenis}}{\text{Frekuensi Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

e. Dominansi (D)

$$\frac{\text{Jumlah Luas Bidang Dasar Suatu Jenis}}{\text{Luas seluruh petak}}$$

f. Dominansi Relatif (DR)

$$\frac{\text{Dominansi Suatu Jenis}}{\text{Dominansi Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

g. Luas Bidang Dasar (LBDS)

LBDS menyatakan luas bidang dasar (m^2) dan D adalah diameter pohon (m).

$$\frac{1}{4} = \pi D^2$$

h. Indeks Nilai Penting (INP)

$$KR + FR + DR$$

Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon Wiener (H') menurut (Odum, 1971).

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman jenis

n_i : Jumlah individu jenis ke-i

N : Jumlah total individu

S : Jumlah spesies yang terdeteksi

Kriteria indeks keanekaragaman dibagi menjadi dalam 3 kategori yaitu:

$H' < 1$: Keanekaragaman jenis rendah

$1 < H' < 3$: Keanekaragaman jenis sedang

$H' > 3$: Keanekaragaman jenis tinggi

Indeks Kekayaan Jenis (R) menurut (Odum, 1971).

$$R = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Keterangan:

R : Indeks Kekayaan Jenis

S : Jumlah Jenis

N : Total jumlah individu

Kriteria indeks kekayaan jenis dibagi menjadi dalam 3 kategori yaitu:

$R < 3,5$: Indeks kekayaan jenis rendah

$3,5 \leq R \leq 5,0$: Indeks kekayaan jenis sedang

$R \geq 5,0$: Indeks kekayaan jenis tinggi

Indeks Dominansi (C) menurut (Odum, 1971).

$$C = \sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan:

C : Indeks Dominansi

n_i : Jumlah individu ke-i

N : Jumlah total individu

Kriteria indeks dominansi dibagi menjadi dalam 2 kategori yaitu:

$0 < C < 0,5$: Tidak ada spesies yang dominan

$0,5 < C < 1$: Terdapat spesies yang dominan

Indeks Kemerataan Jenis (E) menurut (Odum, 1971).

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon Wiener

S : Jumlah spesies

E : Indeks kemerataan jenis

Kriteria indeks kemerataan jenis yaitu:

E : 0-1 Semakin mendekati 1 maka kemerataan populasi semakin tinggi

Semakin rendah indeks keanekaragaman jenis (H'), maka semakin rendah pula indeks kemerataan jenis (E), yang mengindikasikan dominansi suatu spesies terhadap spesies lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perkembangan Struktur Komunitas Vegetasi

Berdasarkan analisis perkembangan struktur komunitas vegetasi yang telah dilakukan menghasilkan perbedaan struktur komunitas vegetasi masing-masing pada strata herba, semak, dan pohon.

Berikut dipaparkan hasil analisis perkembangan struktur komunitas vegetasi yang ada (Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3).

Tabel 1. Karakteristik Lokasi Pengamatan

Parameter	Sebelum Ditambang	Tambang	Pascatambang
Topografi & Elevasi	Agak curam (150 – 250 m dpl)	Agak curam (150 – 250 m dpl)	Agak curam (150 – 250 m dpl)
Jenis Tanah	Latosol	Latosol (terdegradasi)	Latosol (terdegradasi)
Kegiatan Utama	Kebun rakyat alami	Galian sumuran (shaft)	Lahan non-aktif (bekas galian)
Kondisi Vegetasi	Vegetasi rimbun	Terbatas	Suksesi alami
Riwayat Pengelolaan	Lahan referensi alami (tanpa galian)	Penambangan aktif & pengolahan emas	Pemulihan alami pascatambang (revegetasi)

Berdasarkan Tabel 2, hasil struktur komunitas vegetasi pada lahan sebelum ditambang menunjukkan bahwa komunitas ini memiliki tingkat keanekaragaman dan kekayaan jenis rendah hingga sedang, dengan dominansi spesies tertentu. Sementara itu, kemerataan spesies menunjukkan distribusi individu yang relatif cukup merata, meskipun beberapa spesies memiliki populasi yang lebih dominan, seperti spesies *Sengon* pada strata pohon.

Kemudian untuk hasil nilai INP tertinggi diperoleh pada strata herba yaitu rumput bebesan, pada strata semak yaitu katang-katang, dan pada strata pohon adalah *sengon*. INP ini berperan penting pula dalam penentuan rekomendasi vegetasi yang sesuai dalam upaya reklamasi lahan pascatambang emas rakyat di Desa Paningkaban, Banyumas.

Nilai keanekaragaman (H') tertinggi terdapat pada strata semak (1,83), diikuti strata pohon (1,81) dan strata herba (0,96), sedangkan nilai kekayaan jenis (R) juga menunjukkan pola serupa dengan nilai tertinggi pada strata semak (2,20). Nilai kemerataan (E) yang berkisar antara 0,69–0,87 menandakan bahwa distribusi individu antar spesies relatif seimbang, walaupun terdapat jenis yang lebih dominan pada strata tertentu, seperti *Albizia chinensis* (*Sengon*) pada strata pohon.

Berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP), spesies dengan nilai tertinggi pada masing-masing strata adalah Rumput Bebesan (*Oplismenus burmannii*) pada strata herba (INP = 108,99), Kapulaga (*Elettaria cardamomum*) pada strata semak (INP = 50,12), dan *Sengon* (*Albizia chinensis*) pada strata pohon (INP = 97,72).

Tabel 2. Struktur Komunitas Vegetasi Lahan Sebelum Ditambang

Nama Spesies	Jumlah Individu	INP	H'	R	C	E
Strata Herba						
Rumput Bebesan (<i>Oplismenus burmannii</i>)	82	108,99			0,44	
Katang-katang (<i>Spermacoce ocymoides</i>)	5	18,32	0,96	0,62	0,00	0,69
Rumput Ekor Kuda (<i>Paspalum paniculatum</i>)	24	47,93			0,04	
Daun Kate Mas (<i>Sauropus androgynus</i>)	13	24,77			0,01	
Total	124	200	0,96	0,62	0,49	0,69
Strata Semak						
Kapulaga (<i>Elettaria cardamomum</i>)	80	50,12			0,12	
Talas (<i>Colocasia esculenta</i>)	10	9,56			0,00	
Pakis (<i>Christella dentata</i>)	13	10,84			0,00	
Kerinyu (<i>Chromolaena odorata</i>)	3	6,55			0,00	
Awar-awar (<i>Ficus septica</i>)	5	12,67			0,00	
Krokot belanda (<i>Clidemia hirta</i>)	25	21,26			0,01	
Katang-katang (<i>Spermacoce ocymoides</i>)	68	39,71	1,83	2,20	0,09	0,71
Sono keling (<i>Dalbergia latifolia</i>)	16	17,39			0,00	
Singkong (<i>Manihot esculenta</i>)	2	6,12			0,00	
Pisang (<i>Musa</i> sp.)	2	6,12			0,00	
Sidaguri hutan (<i>Clerodendrum cyrtophyllum</i>)	3	6,55			0,00	
Gatih-getihan (<i>Rivina humilis</i>)	5	7,41			0,00	
Salak (<i>Salacca</i> sp.)	1	5,69			0,00	
Total	233	200	1,83	2,20	0,22	0,71
Strata Pohon						
Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	3	23,99			0,00	
Coklat (<i>Theobroma cacao</i>)	4	23,12			0,01	
Durian (<i>Durio zibethinus</i>)	1	8,48			0,00	
Jati (<i>Tectona grandis</i>)	2	20,07	1,81	1,85	0,00	0,87
Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	3	32,19			0,00	
Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>)	8	47,36			0,03	
Sengon (<i>Albizia chinensis</i>)	14	97,72			0,10	
Wangkal (<i>Albizia procera</i>)	9	47,07			0,04	
Total	44	300	1,81	1,85	0,17	0,87

Berdasarkan Tabel 3, hasil struktur komunitas vegetasi pada lahan masih aktif dilakukan penambangan menunjukkan bahwa komunitas ini memiliki tingkat keanekaragaman dan kekayaan jenis yang cenderung termasuk dalam kategori rendah, dengan dominansi spesies tertentu. Sementara itu, pemerataan spesies menunjukkan distribusi individu yang relatif cukup merata, meskipun beberapa spesies memiliki populasi yang lebih dominan, seperti spesies awar-awar pada strata semak. Kemudian untuk hasil nilai INP tertinggi diperoleh pada strata herba yaitu daun gelombang, pada strata semak yaitu awar-awar, dan pada strata pohon adalah sengon.

Nilai indeks keanekaragaman (H') tertinggi pada strata semak sebesar 2,50, diikuti oleh strata pohon sebesar 2,05, dan strata herba sebesar 1,71. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman vegetasi pada area tambang tergolong sedang, dengan variasi jenis yang lebih tinggi pada strata semak, sedangkan strata herba menunjukkan keanekaragaman yang relatif rendah.

Nilai kekayaan jenis (R) memperlihatkan pola yang serupa, yang mana strata semak memiliki nilai

tertinggi yaitu 3,94, diikuti strata pohon (2,89) dan strata herba (1,90). Kondisi ini menunjukkan bahwa vegetasi pada area tambang lebih banyak didominasi oleh jenis-jenis semak.

Nilai dominansi (C) pada seluruh strata berkisar antara 0,09–0,25, dengan nilai tertinggi terdapat pada strata herba (0,25) dan terendah pada strata semak (0,09). Hal ini menunjukkan bahwa dominansi spesies pada komunitas vegetasi tergolong rendah, sehingga tidak terdapat satu jenis yang mendominasi. Sementara itu, nilai pemerataan (E) menunjukkan kisaran 0,78–0,93, dengan nilai tertinggi pada strata pohon (0,93) yang menandakan bahwa distribusi individu antar spesies pada strata pohon relatif merata dibandingkan strata lainnya.

Berdasarkan nilai Indeks Nilai Penting (INP), spesies dengan nilai tertinggi pada masing-masing strata adalah Daun Gelombang (*Commelina diffusa*) pada strata herba (INP = 65,45), Paku 2 (*Pteris ensiformis*) pada strata semak (INP = 25,81), dan Sengon (*Albizia chinensis*) pada strata pohon (INP = 91,09).

Tabel 3. Struktur Komunitas Vegetasi Lahan Tambang

Nama Spesies	Jumlah Individu	INP	H'	R	C	E
Strata Herba						
<i>Daun katuk (Achyranthes aspera)</i>	1	11,52			0,00	
<i>Sirih cina (Piper sarmentosum)</i>	6	19,09			0,01	
<i>Daun gelombang (Commelina africana)</i>	30	65,45			0,21	
<i>Rumput Lipan (Fallopia convolvulus)</i>	1	11,52			0,00	
<i>Daun Latung (Merremia vitifolia)</i>	6	19,09			0,01	
<i>Willow Kucing (Salix capera)</i>	3	14,55	1,71	1,90	0,00	0,78
<i>Rumput Ekor kuda (Paspalum paniculatum)</i>	10	25,15			0,02	
<i>Daun tapak Liman (Arnoglossum artriplicifolium)</i>	5	17,58			0,01	
<i>Pegagan (Cantella asiatica)</i>	4	16,06			0,00	
Total	66	200	1,71	1,90	0,25	0,78
Strata Semak						
<i>Cabai (Capsicum sp.)</i>	10	14,52			0,01	
<i>Talas (Colocasia esculenta)</i>	14	17,74			0,01	
<i>Mara (Macaranga tanarius)</i>	4	6,45			0,00	
<i>Bambu Daun Besar (Indocalamus sp.)</i>	2	4,84			0,00	
<i>Takokak (Solanum torvum)</i>	1	4,03			0,00	
<i>Daun Senduduk (Melastoma malabathricum)</i>	1	4,03			0,00	
<i>Jotang Kuda (Synedrella sp.)</i>	8	12,90			0,00	
<i>Dandelion (Taraxacum sp.)</i>	8	12,90			0,00	
<i>Lamtoro mini (Leucaena leucocephala)</i>	1	4,03			0,00	
<i>Pepaya (Carica papaya)</i>	3	5,65	2,50	3,94	0,00	0,84
<i>Andong Hijau (Cordyline sp.)</i>	1	4,03			0,00	
<i>Andong Merah (Cordyline sp.)</i>	1	4,03			0,00	
<i>Sembung (Blumea balsamifera)</i>	1	4,03			0,00	
<i>Singkong (Manihot utilisima)</i>	7	12,10			0,00	
<i>Awar-awar (Ficus septica)</i>	22	27,42			0,03	
<i>Keladi (Caladium sp.)</i>	2	4,84			0,00	
<i>Ginalun (Lepisanthes sp.)</i>	1	4,03			0,00	
<i>Kapulaga (Eleteria cardamomum)</i>	6	11,29			0,00	
<i>Paku 1 (ctenitis excelsa)</i>	7	15,32			0,00	
<i>Paku 2 (Dryopteris marginalis)</i>	24	25,81			0,04	
Total	124	200	2,50	3,94	0,09	0,84
Strata Pohon						
<i>Angsana (Pterocarpus indicus)</i>	2	32,81			0,02	
<i>Durian (Durio zibethinus)</i>	1	16,49			0,00	
<i>Jati (Tectona grandis)</i>	3	50,83			0,04	
<i>Kelapa (Cocos nucifera)</i>	2	44,58			0,02	
<i>Mahoni (Swietenia mahagoni)</i>	1	14,93	2,05	2,89	0,00	0,93
<i>Nangka (Artocarpus heterophyllus)</i>	1	14,98			0,00	
<i>Pule (Alstonia scholaris)</i>	1	19,14			0,00	
<i>Sengon (Albizia chinensis)</i>	4	91,09			0,06	
<i>Wangkal (Albizia procera)</i>	1	15,15			0,00	
Total	16	300	2,05	2,89	0,14	0,93

Berdasarkan Tabel 4, hasil analisis struktur komunitas vegetasi pada lahan pasca penambangan menunjukkan bahwa komunitas vegetasi lahan ini memiliki tingkat keanekaragaman pada masing-masing strata adalah sedang. Nilai indeks kekayaan jenis yang cenderung termasuk dalam kategori sedang dengan dominansi spesies tertentu. Sementara itu, pemerataan spesies menunjukkan distribusi individu yang relatif cukup merata. Kemudian untuk hasil nilai INP tertinggi diperoleh pada strata herba yaitu rumput bebesan, pada strata semak yaitu tumbuhan paku, dan pada strata pohon adalah sengon.

Hasil analisis struktur komunitas vegetasi pada lahan pascatambang, diketahui bahwa nilai indeks

keanekaragaman (H') tertinggi terdapat pada strata semak sebesar 2,88, diikuti strata herba sebesar 2,14, dan strata pohon sebesar 1,33. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman vegetasi pada lahan pascatambang tergolong sedang pada strata bawah, dengan dominasi vegetasi semak dan herba yang berperan penting dalam proses pemulihan lahan.

Nilai kekayaan jenis (R) menunjukkan pola yang serupa, di mana strata semak memiliki nilai tertinggi yaitu 4,77, diikuti strata herba sebesar 2,19, dan strata pohon sebesar 1,31. Hal ini mengindikasikan bahwa strata semak memiliki jumlah jenis vegetasi paling banyak dibandingkan dengan strata lainnya.

Tabel 4. Struktur Komunitas Vegetasi Lahan Pascatambang

Nama Spesies	Jumlah Individu	INP	H'	R	C	E
Strata Herba						
Jotang Kuda (<i>Synedrella nodiflora</i>)	2	10,40			0,00	
Rumput Setawar (<i>Borreria latifolia</i> Schum)	9	17,61			0,01	
Rumput Gajah Mini (<i>Axonopus</i> sp.)	12	20,70			0,02	
Rumput Mutiara (<i>Gymnema sylvestre</i>)	2	10,40			0,00	
Katang-katang (<i>Spermacoce ocymoides</i>)	3	11,43			0,00	
Daun tapak Liman (<i>Arnoglossum artriplicifolium</i>)	16	33,16	2,14	2,19	0,03	0,89
Kemuning (<i>Pycnanthemum icanum</i>)	1	9,36			0,00	
Rumput Bebesan (<i>Oplismenus burmannii</i>)	19	27,92			0,04	
Daun Gelombang (<i>Commelina africana</i>)	14	22,77			0,02	
Rumput Ekor kuda (<i>Paspalum paniculatum</i>)	9	17,61			0,01	
Daun katuk (<i>Achyranthes aspera</i>)	10	18,64			0,01	
Total	97	200	2,14	2,19	0,14	0,89
Strata Semak						
Kapulaga (<i>Elettaria cardamomum</i>)	9	11,01			0,00	
Sri Rejeki (<i>Aglaonema</i> sp.)	9	6,24			0,00	
Daun Senduduk (<i>Melastoma malabathricum</i>)	9	8,62			0,00	
Senggani (<i>Melastoma affine</i>)	1	2,81			0,00	
Mara (<i>Macaranga tanarius</i>)	13	12,72			0,00	
Awar-awar (<i>Ficus septica</i>)	21	16,16			0,01	
Talas (<i>Colocasia esculenta</i>)	19	15,30			0,01	
Takokak (<i>Solanum torvum</i>)	16	11,63			0,00	
Bunga Kertas (<i>Zinnia elegans</i>)	11	7,10			0,00	
Bunga Sepatu (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)	1	2,81			0,00	
Pisang (<i>Musa</i> sp.)	1	2,81			0,00	
Kirinyuh (<i>Chromolaena odorata</i>)	17	12,06			0,01	
Paku 1 (<i>Ctenitis excelsa</i>)	32	18,50	2,88	4,77	0,02	0,87
Paku 2 (<i>Dryopteris marginalis</i>)	22	16,58			0,01	
Kersen (<i>Muntingia calabura</i>)	1	2,81			0,00	
Jampang (<i>eleusine indica</i>)	1	2,81			0,00	
Uyah-uyahan (<i>Ficus montana</i>)	3	3,67			0,00	
Rumput Knop (<i>Hyptis capitata</i>)	10	9,05			0,00	
Jotang Kuda (<i>Synedrella</i> sp.)	12	7,53			0,00	
Andong Hijau (<i>Cordyline</i> sp.)	1	2,81			0,00	
Bambu (<i>Bambusoideae</i> sp.)	3	3,67			0,00	
Daun Afrika (<i>Vernonia amygdalina</i>)	3	3,67			0,00	
Waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)	1	2,81			0,00	
Pacar Air (<i>Impatiens balsamin</i>)	3	3,67			0,00	
Bambu Daun Besar (<i>Indocalamus</i> sp.)	2	3,24			0,00	
Bandotan (<i>Ageratum conyzoides</i>)	6	4,96			0,00	
Daun katuk (<i>Achyranthes aspera</i>)	6	4,96			0,00	
Total	233	200	2,88	4,77	0,06	0,87
Strata Pohon						
Coklat (<i>Theobroma cacao</i>)	1	20,77			0,00	
Jati (<i>Tectona grandis</i>)	1	18,63			0,00	
Sengon (<i>Albizia chinensis</i>)	4	122,32	1,33	1,31	0,04	0,82
Wangkal (<i>Albizia procera</i>)	6	62,08			0,08	
Waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)	9	76,19			0,18	
Total	21	300	1,33	1,31	0,30	0,82

Nilai dominansi (C) pada ketiga strata berkisar antara 0,06–0,30, dengan nilai tertinggi terdapat pada strata pohon (0,30) dan terendah pada strata semak (0,06). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dominansi spesies pada komunitas vegetasi pascatambang tergolong rendah, sehingga penyebaran spesies cukup merata. Nilai kemerataan (E) berada pada kisaran 0,82–0,89, yang menunjukkan bahwa distribusi individu antarspesies tergolong merata pada seluruh strata, dengan kemerataan tertinggi terdapat pada strata herba (0,89).

Berdasarkan nilai Indeks Nilai Penting (INP), spesies dengan nilai tertinggi pada masing-masing strata adalah Rumput Bebesan (*Oplismenus burmannii*) pada strata herba (INP = 33,16), Paku 1 (*Ctenitis excelsa*) pada strata semak (INP = 18,50), dan Sengon (*Albizia chinensis*) pada strata pohon (INP = 122,32).

Secara umum, struktur komunitas vegetasi pada lahan pascatambang menunjukkan peningkatan nilai keanekaragaman dan kekayaan jenis dibandingkan dengan lahan yang masih aktif ditambang. Hal ini

menunjukkan bahwa proses rehabilitasi alami telah berlangsung.

Hasil analisis perkembangan komunitas vegetasi yang diperoleh menunjukkan bahwa parameter-parameter struktur komunitas vegetasi pada 3 lahan yang berbeda memiliki hasil yang cenderung sama. Salah satunya tampak pada hasil indeks keanekaragaman jenis vegetasi sebagaimana Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 bahwa nilai pada setiap indeks komunitas vegetasi yang dianalisis memperlihatkan pola yang fluktuatif. Nilai keanekaragaman vegetasi tertinggi ditemukan pada lahan pascatambang strata semak ($H' = 2,88$). Sementara hasil nilai keanekaragaman vegetasi terendah justru ditemukan pada lahan sebelum ditambang di strata rumput ($H' = 0,96$). Shikuzawa, *et al.*, (2024) menyatakan bahwa keanekaragaman spesies vegetasi merupakan indikator yang efektif untuk menilai keberhasilan pemulihan tanah dan vegetasi.

Selanjutnya untuk melihat bagaimana analisis struktur komunitas vegetasi ini tetap dapat merepresentasikan perkembangan ekosistem pada lahan pascatambang emas rakyat di Desa Paningkaban, Banyumas maka disusun pemetaan perkembangan ekosistem. Pemetaan dihubungkan dengan kandungan parameter unsur kimia tanah meliputi Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), dan adanya bahan pencemar Merkuri (Hg).

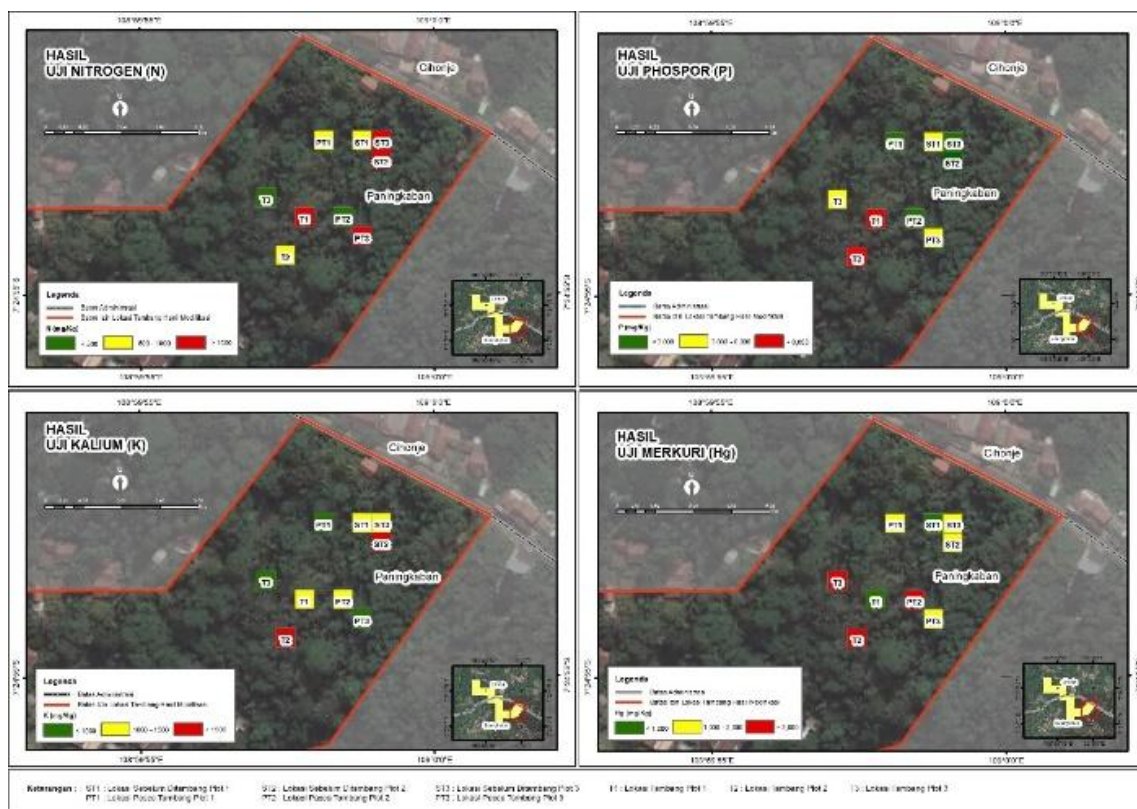
Pemetaan unsur kimia ini tidak dimaksudkan untuk merepresentasikan suksesi secara langsung, melainkan untuk menunjukkan hubungan antara perubahan struktur vegetasi dengan dinamika unsur

hara dan tingkat pencemaran tanah. Dengan demikian, hasil pemetaan ini dapat digunakan untuk menjelaskan mekanisme ekologis yang mempengaruhi pemulihan ekosistem pada lahan pascatambang di Desa Paningkaban, Banyumas.

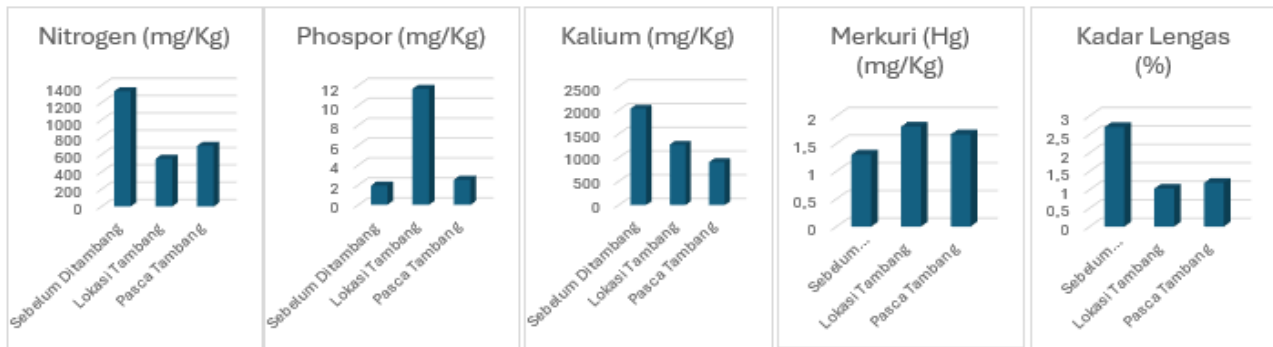
Keterkaitan antara struktur vegetasi dan unsur hara tanah menunjukkan adanya hubungan timbal balik antara faktor biotik dan abiotik dalam proses pemulihan lahan tambang. Vegetasi berperan penting dalam memperbaiki kesuburan tanah melalui penambahan serasah organik, aktivitas akar, serta peran mikroorganisme pengurai yang meningkatkan ketersediaan unsur hara (Gong *et al.*, 2025). Dengan demikian, perubahan komunitas vegetasi tidak hanya mencerminkan dinamika biologis, tetapi juga kondisi kimia tanah yang membentuk dan dipengaruhi secara simultan.

N tertinggi ada pada lahan sebelum ditambang. Kandungan P tertinggi ada pada lahan aktif ditambang. Kandungan K tertinggi ada pada lahan sebelum ditambang.

Hasil yang menunjukkan bahwa kandungan hara N dan K tinggi pada lahan sebelum ditambang adalah disebabkan karena lahan ini masih alami dengan banyak vegetasi rimbun dibanding lahan yang aktif ditambang maupun pascatambang. Hal ini mengingat lahan setelah mengalami penambangan akan mengalami kerusakan pada ekosistem tanah baik disebabkan karena aktivitas penambangan maupun cemaran bahan kimia yang digunakan seperti merkuri.



Gambar 3. Pemetaan Perkembangan Ekosistem Lahan Pertambangan berdasarkan Kandungan Parameter Kimia dalam Tanah



Gambar 4. Kandungan Parameter Kimia dalam Tanah

Kandungan N dalam tanah sangat berhubungan dengan masukan bahan organik sebagai sumber N tersimpan dalam tanah. Bahan organik ini banyak terdekomposisi dari hasil dekomposisi seresah organik berasal dari pupuk atau vegetasi (Gong *et al.*, 2025). Oleh karena itu, dalam penelitian ini kandungan nitrogen yang tinggi diperoleh pada lahan sebelum ditambang, walaupun keanekaragaman vegetasinya lebih rendah daripada lahan tambang dan pascatambang. Akan tetapi, seresah bahan organik berasal dari vegetasi pada lahan sebelum ditambang lebih banyak sehingga kandungan N dan K menjadi tinggi, sedangkan lapisan tanah di lahan aktif tambang telah terkikis untuk pembukaan lahan pertambangan.

Menurut Pop *et al.*, (2025) bahwa daerah dengan kandungan unsur hara seperti nitrogen dan kalium yang lebih rendah akan memiliki keanekaragaman vegetasi seperti rumput yang lebih rendah pula. Disebabkan siklus hara yang lambat sehingga membatasi jumlah spesies yang dapat tumbuh pada tanah dikondisi ini. Mengingat peran penting kandungan hara mendukung kesuburan tanah.

Hasil kandungan fosfor justru memberikan kandungan tertinggi pada lahan saat ditambang. Fosfor di lahan ini dapat berasal dari sisa-sisa bahan kimia yang digunakan untuk proses pengolahan emas yang kemudian terakumulasi di tanah. Bahan-bahan kimia ini seringkali mengandung fosfor sebagai salah satu unsur yang akan tertinggal dalam residu tambang, dan seiring berjalannya waktu, unsur ini mengendap dan menambah kadar fosfor di sekitar lahan tersebut.

Li *et al.* (2023) memaparkan pada lahan tambang unsur-unsur makro seperti P melalui akumulasi residu kimia. Namun, seiring berjalannya waktu, kandungan fosfor pada lahan pascatambang menurun karena proses pencucian alami dan serapan oleh vegetasi pionir. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan fosfor di lahan tambang aktif bersifat sementara dan sangat dipengaruhi oleh sisa residu kimia selama kegiatan penambangan berlangsung.

Hasil kandungan parameter unsur kimia dalam tanah terukur pada masing-masing lahan tambang ini menunjukkan bahwa adanya aktivitas pertambangan dapat mempengaruhi kondisi lahan dan ekosistem. Kegiatan pertambangan akan menyebabkan kerusakan serius pada lingkungan seperti penurunan

kesuburan tanah akibat lapisan tanah dan vegetasi yang hilang. Lahan tambang maupun pascatambang akan memiliki tanah miskin hara. Reklamasi dalam hal ini menjadi penting untuk memperbaiki struktur dan ekosistem tanah seperti dengan penambahan pupuk untuk masukan bahan organik tanah. Dengan demikian kualitas tanah akan meningkat (Sopialena *et al.*, 2017).

Hasil struktur komunitas dan pengukuran parameter unsur hara dalam penelitian ini memberikan hasil berbeda antar lahan, hal tersebut dapat terjadi karena faktor utama yakni aktivitas pertambangan itu sendiri. Vegetasi cenderung hilang di lahan ketika pertambangan dilakukan. Kesuburan tanah cenderung menurun ditunjukkan dari kandungan bahan organik tanah dan nitrogen yang rendah. Hal ini menyebabkan penurunan jumlah vegetasi. Selain itu, pada lahan ini akan jenuh kandungan bahan kimia kontaminan (Miu *et al.*, 2022).

Bahan kimia yang digunakan dalam proses pencucian di lokasi tambang emas rakyat Desa Peningkaban adalah merkuri. Berdasar hasil uji kandungan merkuri terhadap sampel tanah di lokasi penelitian, menunjukkan kadar merkuri yang meningkat drastis dari lahan sebelum ditambang dan saat lahan aktif ditambang. Kemudian mengalami penurunan sedikit pada lahan pascatambang. Adanya kandungan merkuri di suatu lingkungan bukan hanya berdampak negatif bagi ekosistem, melainkan juga paparannya sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia.

Tabel 5. Karakteristik Lokasi Pengamatan

Lokasi Pengamatan	Hasil Kadar Merkuri (Hg) (mg/kg)	Baku Mutu (PP 22/2021)	Status
Sebelum Ditambang	0,45	1,00	Memenuhi (Aman)
Lahan Tambang	3,862	1,00	Melebihi (Tercemar)
Pascatambang	2,093	1,00	Melebihi (Tercemar)

Senyawa merkuri adalah kontaminan beracun di lingkungan. Sifatnya persisten, mudah berpindah, dan tidak mudah terurai secara alami. Lebih dari itu, kandungan merkuri yang bersifat mudah berpindah ini dapat terserap dalam jaringan tumbuhan dan

berdampak buruk apabila tumbuhan tersebut dikonsumsi manusia (Gworek *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil uji laboratorium, kandungan Merkuri (Hg) pada Lahan Tambang (3.863,40 mg/kg) dan Lahan Pascatambang (2.093,33 mg/kg) telah melebihi baku mutu lingkungan yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 1,00 mg/kg). Hal ini mengindikasikan bahwa kedua lokasi tersebut mengalami pencemaran bahan berbahaya akibat sisa proses pengolahan emas.

Pencemaran merkuri di suatu lahan akan berpengaruh terhadap keberadaan mikroorganisme. Kejenuhan merkuri dapat menyebabkan kematian mikroorganisme yang mana perannya penting dalam ekosistem tanah untuk proses penguraian bahan organik menjadi unsur hara tersimpan. Apabila peran ekologis ini tidak berjalan maka berpengaruh pada menurunnya kesuburan tanah yang kemudian mengakibatkan vegetasi sulit tumbuh (Huang *et al.*, 2021).

3.2. Rekomendasi Rehabilitasi Ekosistem Pascatambang Berdasarkan Struktur Komunitas Vegetasi

Berdasarkan hasil analisis data, terdapat jenis vegetasi pioner yang cocok dinilai berdasarkan nilai INP dengan nilai tertinggi (Ruslaini. *Et al.* (2021). spesies pionir dengan nilai INP tinggi berperan penting dalam fase awal pemulihan ekosistem terdegradasi, dikarenakan menunjukkan bahwa spesies tersebut secara kuantitas (kerapatan), ukuran (dominansi), dan penyebaran (frekuensi) sangat unggul dibandingkan spesies lain di area tersebut (Billa *et al.*, 2024). Hal ini sejalan dengan temuan Schwesig *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa habitat pionir terbuka pada area ekstraksi mineral cenderung dihuni oleh spesies yang toleran terhadap kondisi miskin hara dan memiliki kontribusi tinggi terhadap keanekaragaman vegetasi (Wahdiana. A. (2022). Kondisi tersebut memungkinkan terbentuknya komunitas awal yang kaya spesies pionir dan memiliki nilai konservasi penting dalam pemulihan ekosistem tambang.

Pada strata semak, berturut-turut didominasi oleh Tumbuhan Paku (*Ctenitis excelsa*), Tumbuhan Paku (*Dryopteris marginalis*), dan Awar-awar (*Ficus septica*). Tumbuhan Paku (*Ctenitis excelsa*) dan Tumbuhan Paku (*Dryopteris marginalis*) memiliki kemampuan tinggi untuk tumbuh di lahan terdegradasi. Kedua spesies ini biasanya tahan terhadap kondisi tanah yang minim hara dan mampu membantu memperbaiki struktur tanah melalui akumulasi bahan organik.

Tumbuhan paku sering disebut sebagai "tanaman pionir vegetasi" karena kemampuannya untuk beradaptasi di lingkungan yang sulit dan memulai proses suksesi ekologi pada lahan yang terdegradasi (Darwati, *et al.* 2023). Bila, *et al.* (2024) menyatakan bahwa tumbuhan pionir seperti paku memiliki peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui penambahan bahan organik yang membantu

memulihkan ekosistem yang rusak. Tumbuhan pionir biasanya adalah tumbuhan yang dapat tumbuh dan beradaptasi cepat serta jumlahnya terus meningkat pada kondisi lahan awal yang mana miskin nutrisi hara. Akan tetapi pada gilirannya tumbuhan inilah yang akan mampu memperbaiki kondisi tanah sehingga dapat tumbuh vegetasi lain (Kondratenko *et al.*, 2022).

Selain itu, tumbuhan pionir memiliki daya adaptasi yang tinggi. Mariwy, A (2020) menyatakan bahwa awar-awar (*Ficus septica*) adalah spesies yang juga sering ditemukan di lahan terganggu. Dengan sistem perakaran yang kuat, awar-awar mampu menstabilkan tanah, mampu mereduksi kandungan logam berat merkuri, dan menyediakan perlindungan bagi vegetasi lain untuk tumbuh di sekitarnya.

Pada strata pohon, berturut-turut didominasi oleh Pohon Sengon (*Albizia chinensis*), Pohon Waru (*Hibiscus tiliaceus*), dan Pohon Wangkal (*Albizia procera*). Pohon Sengon (*Albizia chinensis*) dikenal sebagai spesies pohon pionir yang cepat tumbuh dan dapat menambahkan nitrogen ke dalam tanah melalui simbiosis dengan bakteri akar. Hal ini penting untuk memperbaiki kesuburan tanah yang rusak akibat penambangan. Spesies ini menunjukkan dominasi dalam strata pohon dengan nilai INP tertinggi di semua lokasi.

Maulidan, *et al.* (2021) menyatakan bahwa spesies pionir seperti *Albizia chinensis* memiliki peran penting dalam meningkatkan kadar nitrogen tanah. Hal ini dikarenakan bintil-bintil akar yang berfungsi mengikat nitrogen, sehingga mendukung pemulihan ekosistem dan mempercepat suksesi vegetasi. Aluri, *et al.* (2020) yang menyebutkan bahwa *Hibiscus tiliaceus* efektif dalam mencegah erosi pada lahan miring dan lahan yang terdegradasi. Aulya, *et al.* (2020) juga menyebutkan bahwa *Hibiscus tiliaceus* mampu tumbuh di daerah kritis. Pohon Wangkal (*Albizia procera*) merupakan spesies yang ideal untuk revegetasi pada lahan kritis karena kemampuannya untuk meningkatkan nitrogen dan memperbaiki struktur tanah (Kumar, Y. *et al.* 2022).

Berdasarkan hasil penelitian ini maka rekomendasi rehabilitasi ekosistem pascatambang di pertambangan emas rakyat Paningkaban adalah dengan metode revegetasi menggunakan jenis tanaman dengan INP tertinggi seperti penanaman strata rumput dan semak dan/atau kemunculannya sebagai penanda awal dimulainya suksesi vegetasi di ekosistem lahan pascatambang. Sebagaimana hasil penelitian menunjukkan vegetasi penanda ini dengan hasil INP tinggi yaitu rumput bebesan di strata herba sebagai tumbuhan pionir, kapulaga atau awar-awar di strata semak, dan sengon di strata pohon. Hal ini karena vegetasi dengan INP tinggi mampu menandakan spesies tersebut dapat beradaptasi dengan kondisi ekosistem pascatambang.

Namun, hasil penelitian ini dapat dikatakan mempunyai kelemahan mengingat vegetasi yang ada tidak seluruhnya merupakan hasil revegetasi terutama pada lahan pascatambang. Hasil INP tinggi

terutama juga dipengaruhi oleh vegetasi yang dapat tumbuh alami, terjadinya suksesi spontan dan adanya potensi suatu jenis tumbuhan alami menjadi invasif. Tumbuhan alami dalam hal ini adalah jenis tumbuhan yang tidak ditanam secara sengaja oleh manusia.

Selain itu, hasil dimana lahan yang masih aktif ditambang memiliki H' dan R lebih tinggi daripada lahan sebelum tambang yang mana seharusnya lahan tambang terdapat pembukaan pertambangan emas juga menjadi suatu hal yang perlu diteliti lebih lanjut. Akan tetapi sejauh ini hasil diperoleh sebab lokasi yang ditambang aktif membuka lubang tambang dengan tetap mempertahankan vegetasi pepohonan yang ada di sekitarnya serta tidak secara langsung membabat lahan dari adanya vegetasi. Oleh karena itu, masih banyak ditemui vegetasi dari 3 strata dengan kenampakan cukup rimbun pula terutama pada strata bawah.

4. KESIMPULAN

Struktur vegetasi sebelum, selama, dan setelah kegiatan penambangan emas di tambang emas rakyat Paningkaban, Banyumas menunjukkan adanya perbedaan. Pada strata herba, keanekaragaman rendah sebelum penambangan dan meningkat setelahnya, meskipun ada dominansi spesies. Strata semak menunjukkan peningkatan keanekaragaman pascatambang. Pada strata pohon, keanekaragaman menurun setelah penambangan, namun *Albizia chinensis* tetap dominan. Secara keseluruhan, pemulihan ekosistem masih membutuhkan waktu meski ada peningkatan keanekaragaman pascatambang.

Pemulihan ekosistem tambang juga dapat dilihat dari kandungan unsur hara tanah. Hasil penelitian menunjukkan kandungan nitrogen, kalium, dan kadar lengas cenderung menurun pada lahan tambang dan masih lebih rendah pada lahan pascatambang dibandingkan sebelum tambang. Sebaliknya, fosfor dan merkuri meningkat pada lahan tambang, kemudian menurun kembali pada lahan pascatambang. Secara umum, aktivitas penambangan menyebabkan perubahan sifat kimia tanah yang mengindikasikan terjadinya penurunan kualitas dan kesuburan tanah.

Rekomendasi rehabilitasi ekosistem pascatambang di pertambangan emas rakyat Paningkaban adalah menggunakan jenis tanaman dengan INP tertinggi sebab INP tinggi menandakan spesies dapat beradaptasi dengan kondisi ekosistem pascatambang. Akan tetapi, penelitian ini terdapat keterbatasan, karena tidak adanya uji statistik yang menunjukkan signifikansi perbedaan antarlokasi, serta mengabaikan kemungkinan adanya suksesi alami dan kehadiran jenis invasif.

DAFTAR PUSTAKA

Aluri, J. S. R., Kunuku, V. R., Chappidi, P. R., & Kammarchedu, B. J. P. (2020). Pollination Ecology of Hibiscus

tiliaceus L. (Malvaceae), an Evergreen Tree Species Valuable in Coastal and Inland Eco-Restoration. *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 22(2), 47-56.

<https://doi.org/10.2478/trser-2020-0010>

Aulya, N. R., Noli, Z. A., & Suwirman, S. (2020). The Growth of Coastal Cottonwood (*Hibiscus tiliaceus* Linn.) Seedlings by Inoculating Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) on Sand Beach Planting Media. *Jurnal Biologi UNAND*, 8(2), 36. <https://doi.org/10.25077/jbioua.8.2.36-40.2020>

Aziz, M. (2014). Model Pertambangan Emas Rakyat dan Pengelolaan Lingkungan di Wilayah Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Dinamika Rekayasa*, 10(1), 20-28.

Bila, A. M., Zukhoiri, S.F., Saufatikha, N.S., Nadifa, J.A., Akbar, B.F., & Irsadi, A. (2024). Analisis Kecepatan Pertumbuhan Pohon Potensial untuk Restorasi Lahan Kritis Gunung Ungaran. *Jurnal Life Science*, 13(1), 86 - 97.

Darwati, H., Arianti, W., Rifanjani, S., Marwanto, M., Kehutanan, F., Tanjungpura, U., Daya, J., & Pontianak, N. (2023). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Cagar Alam Lho Fat Phun Fie Kecamatan Monterado Kabupaten Bengkayang. *Journal Hutan Lestari*, 11(3), 923-933.

Dondo, S. M., Kiyai, B., & Palar, N. (2021). Dampak sosial pengelolaan tambang emas di Desa Bakan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jap*, 7(101), 63-72.

Gong, S., Zhang, X., Zhang, H., Gao, L., & Zha, T. (2025). Nitrogen Addition Promotes The Coupling Of Deep Soil Carbon And Nitrogen Under Different Vegetation Restoration Types In The Chinese Loess Plateau. *Geoderma*, 455, 117236.

Gworek, B., Dmuchowski, W., & Baczevska-Dąbrowska, A. H. (2020). Mercury In The Terrestrial Environment: A Review. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 128.

Huang, X., Wu, X., Tang, X., Zhang, Z., Ma, J., Zhang, J., & Liu, H. (2021). Distribution Characteristics And Risk Of Heavy Metals And Microbial Community Composition Around The Wanshan Mercury Mine In Southwest China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 227, 112897.

Kondratenko, L., Gura, D., Shaidullina, V., Rogulin, R., & Kondrashev, S. (2022). Restoration Of Vegetation Around Mining Enterprises. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(3), 1881-1886.

Kumar, Y., Prajapati, V.M., Tandel, M.B., Govind, Pathak, J.G., Parmar, M.R., Singh, A.P. (2022). Effect of Nitrogen, Rhizobium and Growing Environments on Nodulation, Nutrient Content and Uptake of *Albizia procera*. R. b. *Biological Forum-An International Journal*, 14(1), 549-553.

Lestari, K. G., Budi, S. W., & Suryaningtyas, D. T. (2022, January). The Impact Of Revegetation Activities In Various Post-Mining Lands In Indonesia (Study Of Literature). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 959, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

Li, Q., Yuan, C., Wu, Q., Peng, Y., Zhao, Z., Wang, Y., An, N., Ni, X., Wu, F., & Yue, K. (2023). Effects Of Vegetation Restoration On The Concentrations Of Multiple Metal Elements In Post-Mining Soils. *Journal of Environmental Management*, 347, 119148. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119148>

- Mariwy, A., Dulanlebit, Y. H., & Yulianti, F. (2020). Studi Akumulasi Logam Berat Merkuri Menggunakan Tanaman Awar-Awar (*Ficus septica* Burm F) Heavy Metal Mercury Accumulation Study Using Awar-Awar (*Ficus septica* Burm F) Plants. In *J. Chem. Res* (Vol. 2020, Issue 2).
- Maulidan, A., Arifin, Y. F., Eny, D., & Pujawati, D. (2021). Studi Pertumbuhan Tanaman Pada Areal Pascatambang Dataran Tinggi Di Kalimantan Selatan Study Of Plant Growth On Post-Mining Areas At The Upland In South Kalimantan. In *Jurnal Sylva Scientiae* (Vol. 04, Issue 2).
- Miu, B. A., Pop, C. E., Crăciun, N., & Deák, G. (2022). Bringing Life Back Into Former Mining Sites: A Mini-Review On Soil Remediation Using Organic Amendments. *Sustainability*, 14(19), 12469.
- Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. (1974). *Aims And Methods Of Vegetation Ecology*. New York.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamental of Ecology*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Pop, O. G., Manu, M., Mogîdea, D., & Bită-Nicolae, C. (2025). Vegetation Communities Characteristics Of Meadows And Their Relationship With Soil Factors In The Southern Transylvanian Basin. *Journal for Nature Conservation*, 127054.
- Pratiwi, Narendra, B. H., Siregar, C. A., Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, H. H., Mulyanto, B., Suwardi, Iskandar, Maharani, R., Rayadin, Y., Prayudyaningsih, R., Yuwati, T. W., Prematuri, R., & Susilowati, A. (2021). Managing And Reforesting Degraded Post-Mining Landscape In Indonesia: A Review. In *Land* (Vol. 10, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/land10060658>
- Ruslaini, R., Ekyastuti, W., & Astiani, D. (2021). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Pionir di Lahan Bekas Penambangan Emas Tanpa Izin Desa Bugang Kecamatan Hulu Gurung Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Hutan Lestari*, 9(3), 430-439.
- Schwesig, K., Zizka, V., Scherber, C., & Hölzel, N. (2025). Pioneer Habitats Drive High Plant Beta Diversity And Conservation Value Of Mineral Extraction Sites. *Journal of Applied Ecology*, 62(10), 2612-2622. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.70151>
- Shikuzawa, J., Watson, E. B., Tanner, K., Wilburn, B., Fork, S. K., Larson, S., Fountain, M. C., Thomsen, A., & Wasson, K. (2024). Ecosystem functions of plant diversity: Comparisons from a large-scale marsh restoration experiment in California, USA. *Ecosphere*, 15(1). <https://doi.org/10.1002/ecs2.4742>
- Sopialena, Rosfiansyah, & Sila, S. (2017). The Benefit Of Top Soil And Fertilizer Mixture To Improve The Ex-Coal Mining Land. *Nusantara Bioscience*, 9(1), 36-43.
- Turcotte, M. A., Van Gulck, J., Stavinga, D., & Peters, M. (2025). An Arctic Case Study Of Revegetation Planning To Implementation At Snap Lake Diamond Mine. *Arctic Science*, 11, 1-18.
- Wahdiana, A., Muhammad Hatta, G., Kissinger, K., & Mahmud, M. (2022). Perkembangan Suksesi Vegetasi Di Area Revegetasi Lahan Pascatambang Batubara (Studi Kasus Di PT Amanah Anugerah Adi Mulia Kabupaten Tanah Laut). *EnviroScientiae*, 18(2), 127. <https://doi.org/10.20527/es.v18i2.14250>
- Wijayanti, M., Kapp, G., & Mansur, I. (2020). Evaluation Of Revegetation Practices In Post-Mined Areas Of Indonesia. *BIOTROPICA – The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 27(3), 250-263. <https://doi.org/10.11598/btb.0.0.0.1031>
- Zhen, L., Huimin, Y., Hu, Y., & Xue, Z. (2017). Overview of Ecological Restoration Technologies and Evaluation Systems. *Journal of Resources Ecology*. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2017.04.002>