

Keanekaragaman Vegetasi pada Beberapa Umur Revegetasi di Lahan Reklamasi Pascatambang Batubara PT Indominco Mandiri, Kalimantan Timur

Rudy Harsono¹, Rachmad Budiwijaya Suba¹, Wawan Kustiawan¹, Marlon Ivanhoe Aipassa¹, Sukartiningsih¹, dan Yaya Rayadin^{1,2*}

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua Jl. Penajam Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

²PT Ecology and Conservation Center for Tropical Studies (ECOSITROP), Komplek Talang Sari Regency Cluster Dahlia No. C15 RT 07 Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia; email: yrayadin@yahoo.com

ABSTRAK

Umur reklamasi, keanekaragaman vegetasi dan kimia tanah (total N) merupakan faktor kunci yang dapat digunakan untuk menilai keberhasilan reklamasi sehubungan dengan pemulihan keanekaragaman hayati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman vegetasi yang tumbuh pada lahan reklamasi dengan beberapa umur tanam dan mencari pengaruh serta korelasi antara umur tanam dengan keanekaragaman dan kehadiran jenis vegetasi pada berbagai umur tanam pada lahan reklamasi PT Indominco Mandiri yang berada di wilayah Kutai Timur, Kalimantan Timur. Penelitian dilakukan pada lahan reklamasi dengan tahun penanaman tahun penanaman 2020, 2015, 2010, 2005 dan 2000 yang selanjutnya diberi kode IMM2, IMM7, IMM12, IMM 17 dan IMM 22. Metode yang digunakan adalah dengan plot dan survey. Data dianalisis untuk mengetahui kerapatan dan basal area per hektar, indeks nilai penting, indeks keanekaragaman, indeks kemerataan, indeks kekayaan jenis, indeks dominansi dan indeks similaritas. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan 38 spesies dari 18 famili baik yang ditanam maupun tumbuh alami. Dengan demikian, disimpulkan bahwa semakin tua umur tanam, semakin tinggi basal area dan kerapatan jenis per hektar, dengan semakin bertambahnya umur tanaman rehabilitasi maka semakin bertambah pula jenis keragaman pohon yang hadir atau yang tumbuh secara alami.

Kata kunci: Reklamasi, Revegetasi, Tambang Batu Bara, Indominco Mandiri, Keanekaragaman vegetasi

ABSTRACT

Reclamation age, vegetation diversity, and soil chemistry (total N) are key factors that can be used to assess reclamation success related to biodiversity restoration. The purpose of this study was to determine the vegetation that grows on reclamation land with several planting ages and to look for the influence and correlation between planting age and convenience and the presence of vegetation types at various planting ages on PT Indominco Mandiri is located in the East Kutai area, East Kalimantan. The research was conducted on reclamation land with cover years of 2020, 2015, 2010, 2005 and 2000. The methods used were plot and survey. The data were analyzed to determine the density and basal area per hectare, important value index, diversity index, evenness index, species richness index, dominance index and similarity index. Based on the results of the research, 38 species from 18 families were found, both planted and grown naturally. Thus, it can be concluded that the older the planting age, the higher the basal area and species density per hectare, the older the rehabilitation plants are, the greater the diversity of trees present or growing naturally.

Keywords: Reclamation, Revegetation, Coal Mining, Indominco Mandiri, Vegetation Diversity

Citation: Harsono, R., Suba, R.B., Kustiawan, W., Aipassa, M.I., Sukartiningsih, dan Rayadin, Y. (2024). Keanekaragaman Vegetasi pada Beberapa Umur Revegetasi di Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batubara PT Indominco Mandiri, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 589-599, doi:10.14710/jil.22.3.589-599

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman flora yang sebagian besar terdapat di kawasan hutan (Nugroho et al., 2022) Hutan memiliki peran yang sangat penting seperti sumber

oksigen dan pengendali iklim yang penting (Brack, 2019) dan dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan hidupnya baik kebutuhan pangan, papan, sandang maupun obat-

obatan. Selain itu hutan juga sangat penting untuk pemeliharaan keanekaragaman hayati dalam ekosistem terestrial dan menyediakan berbagai barang dan jasa, termasuk sumber daya genetik yang tidak hanya sangat diperlukan sekarang tetapi juga merupakan cadangan yang unik dan tak tergantikan untuk masa depan (Flores et al., 2019). Kekayaan keanekaragaman hayati ini terganggu dengan adanya pertambangan, salah satunya adalah pertambangan batubara.

Pertambangan batubara merupakan salah satu sektor yang dapat menghasilkan devisa besar bagi negara, Tetapi selain devisa, industri pertambangan (terutama dengan metode pertambangan terbuka) telah menghasilkan dampak ikutan berupa perubahan lingkungan dari kondisi awal sebelum ditambang (Komara et al., 2016)

Setiap perusahaan pertambangan dan energi memiliki kewajiban untuk melaksanakan reklamasi lahan bekas tambang atas kawasan hutan yang dipinjam-pakai (Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: 146/Kpts-II/1999 mengenai Pedoman Reklamasi Bekas Tambang Dalam Kawasan Hutan). Kegiatan reklamasi ini bertujuan untuk memulihkan kondisi yang mengalami perubahan sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan dan energi sehingga kawasan yang dimaksud dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya (Komara, Murtinah & Arbain, 2018)

Sistem pertambangan batubara ada dua, yaitu tambang dalam (*under ground mining*) dan tambang terbuka (*opencast mining*) (Qin et al., 2021). Indonesia menggunakan sistem pertambangan terbuka dimana kegiatan ini menyebabkan perubahan lanskap, propil tanah, dan struktur geologis secara permanen dengan meninggalkan lahan *overburden* yang sangat luas (Komara et al., 2016). Solusi dari dampak penambangan terbuka adalah dengan membuat perencanaan dari tahap awal hingga pasca tambang sebelum dilakukan pertambangan sebagai upaya menjaga kelestarian lingkungan (Kretschmann et al., 2017). Reklamasi merupakan perencanaan pasca tambang yang tepat untuk diterapkan. Reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi Kembali sesuai peruntukannya (Peraturan Menteri ESDM Nomor 7 Tahun 2014). Pada lahan reklamasi nutrisi sangat terbatas, pH sangat rendah dan banyak kontaminasi logam, karenanya kegiatan revegetasi harus dilakukan dengan memilih tumbuhan berdasarkan kemampuannya untuk bertahan. Normalnya revegetasi dimulai dengan memilih tanaman yang resistant terhadap kering atau tanaman cepat tumbuh dan sesuai dengan kondisi lahan (Setyowati et al, 2017).

Pentingnya kegiatan reklamasi dan revegetasi dalam usaha pertambangan menjadikan teknik

dalam kegiatan tersebut harus direncanakan secara kompleks dan konsisten agar kegiatan reklamasi dapat mencapai target yang diinginkan (Ahdyannor et al., 2021). Untuk melihat apakah suatu metode kegiatan reklamasi dan revegetasi berhasil, maka diperlukan pemantauan dan evaluasi terhadap hasil dari kegiatan reklamasi.

Umur reklamasi, keanekaragaman vegetasi dan kimia tanah (total N) merupakan faktor kunci yang dapat digunakan untuk menilai keberhasilan reklamasi sehubungan dengan pemulihan keanekaragaman hayati (Buchori et al., 2018). Pemerintah Indonesia beserta perusahaan pertambangan batubara telah memiliki standar penilaian tertentu untuk mengukur keanekaragaman hayati, khususnya flora pada areal reklamasi tambang (Rahmadi et al., 2022). Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Kepmen ESDM) Nomor 1827K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik menjadi acuan dalam mengukur persentase keberhasilan jumlah tanaman pokok yang tumbuh.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji keanekaragaman vegetasi yang tumbuh pada lahan reklamasi tahun penanaman 2020, 2015, 2010, 2005 dan 2000 pada lahan reklamasi PT. Indominco Mandiri yang berada di wilayah Kutai Timur, Kalimantan Timur dan mencari pengaruh serta korelasi antara umur tanam dengan keanekaragaman dan kehadiran jenis vegetasi pada berbagai umur tanam.

2. METODE PENELITIAN

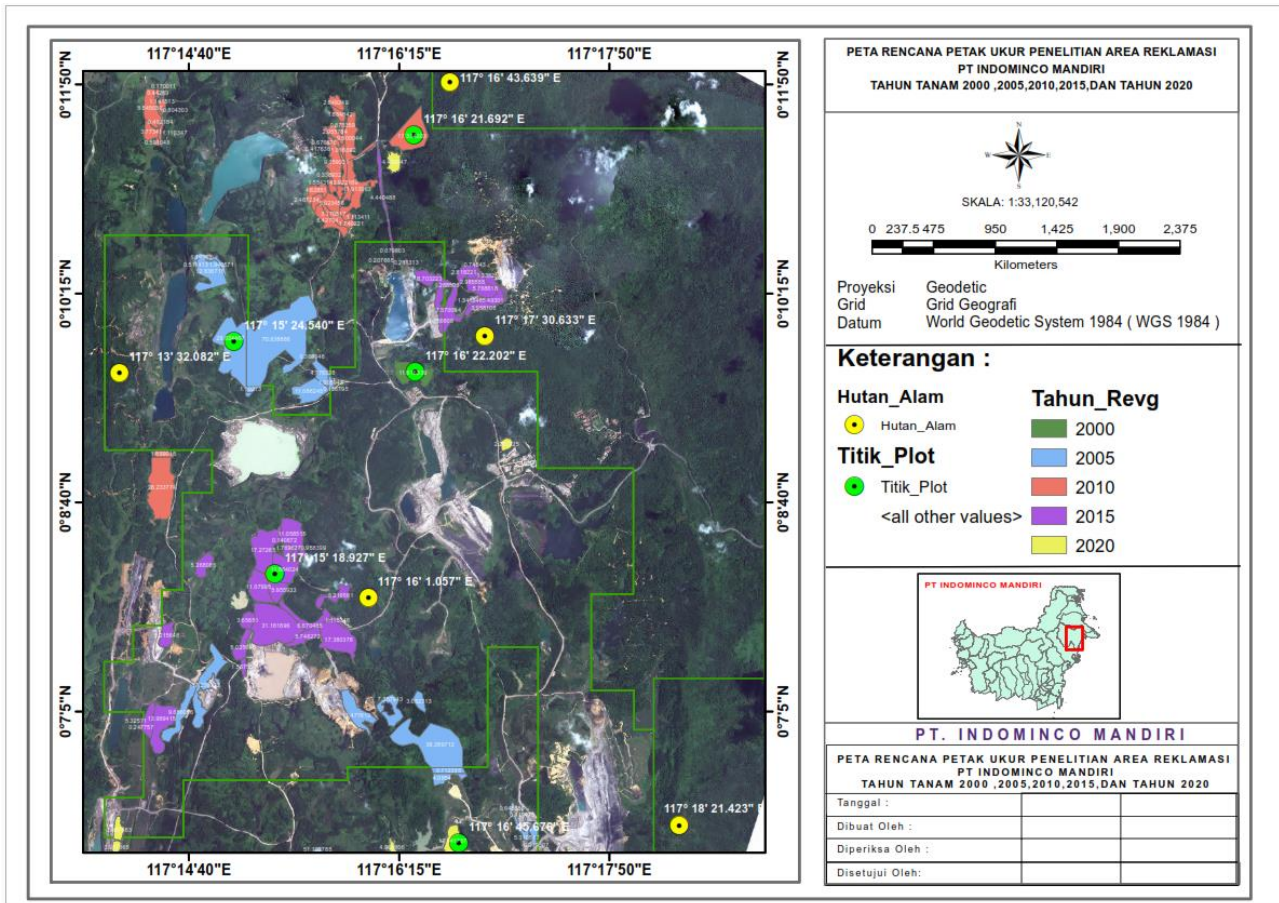
2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lokasi lahan-lahan bekas pertambangan batubara yang telah direvegetasi PT. Indominco Mandiri di Kabupaten Kutai Timur Pada bulan Februari – April 2022. Lokasi penelitian yang dipilih adalah tahun tanam 2000 sampai 2020 per lima tahun. Jadi 2020, 2015, 2010, 2005 dan 2002 yang selanjutnya disebut IMM 2, IMM 7, IMM 12, IMM 17 dan IMM 22 (Gambar 1).

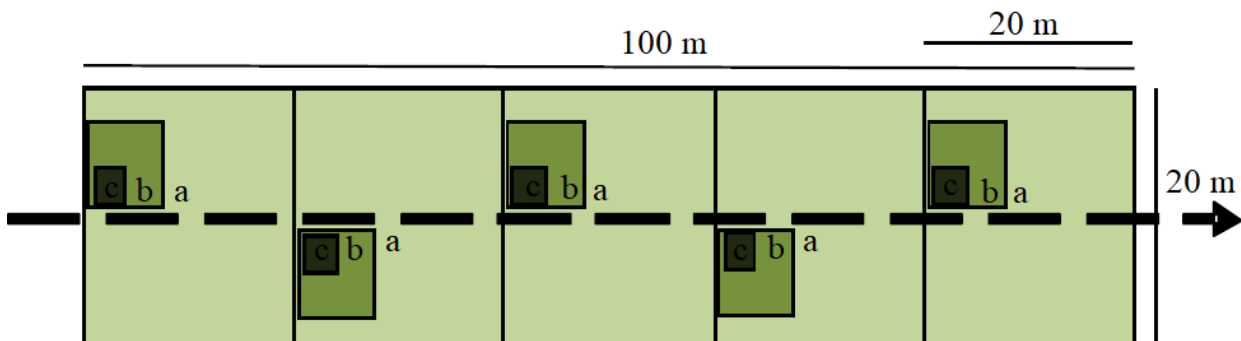
2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Objek penelitian ini adalah tegakan hutan hasil revegetasi umur 2 sampai 22 tahun perlima tahun, sedangkan peralatan yang dibutuhkan antara lain:

1. GPS, digunakan untuk mengetahui titik Koordinat;
2. Kompas, digunakan untuk penunjuk arah yg bekerja berdasarkan gaya *medan magnet*;
3. Pita ukur diameter, digunakan untuk mengukur diameter;
4. Sunto clinometer, digunakan untuk mengetahui arah angin;
5. Tali tambang plastik, alat yang digunakan untuk pembatas plot pengambilan sampel;
6. Kertas alumunium, digunakan untuk tempat sampel;



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Plot penelitian (a. 20x20 m untuk pohon, b. 5x5m untuk pancang c. 2x2m untuk semai)

Tabel 1 Kategori dan identifikasi vegetasi (Soerianegara dan Irawan 1998)

No	Kategori Pohon	Keterangan
1	Semai	Anakan dengan tinggi ≤ 1,5 m
2	Pancang	Anakan pohon tinggi 1,5 m dengan DBH < 10 cm
3	Pohon	Pohon Dewasa dengan DBH ≥ 10 cm

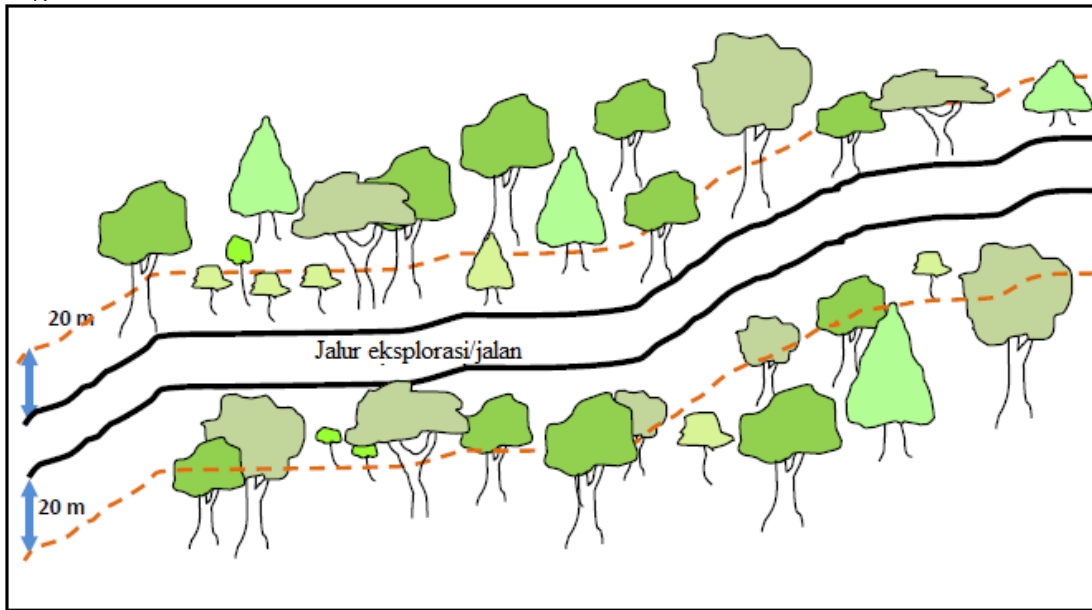
Keterangan; DBH (*Diameter Breast High*)

2.3. Prosedur Penelitian

Penentuan titik lokasi penelitian dilakukan dengan melihat tahun penanaman, jenis tanaman yang ditanam dan luas lahan dicatat pada tabel dan mendata seluruh jenis pohon yang ditanam dengan nama lain.

2.3.1. Pengambilan Data Lapangan

Plot ditentukan secara acak, dengan pertimbangan aksesibilitas menuju lokasi plot monitoring, penyebaran plot monitoring, dan ketersediaan umur tanam, Untuk menghindari perbedaan antara kondisi peta dengan aktual di lapangan, perlu dilakukan pengecekan kondisi plot monitoring.



Gambar 3. Plot penelitian Desain metode inventarisasi jenis vegetasi menggunakan metode eksplorasi. Kegiatan eksplorasi dilakukan pada kanan dan kiri dari jalur pengamatan.

Metode eksplorasi digunakan untuk mengidentifikasi jenis vegetasi terutama kelompok herba dan liana yang terdapat di sepanjang jalur eksplorasi. Panjang jalur eksplorasi umumnya sejauh antara 500 m s/d 1.000 m dan lebar jalur eksplorasi adalah 20 meter di kanan dan kiri jalur. Gambaran metode eksplorasi tertera pada Gambar 3.

Pada plot itu dilakukan pengamatan pertumbuhan tanaman terhadap seluruh tanaman yang berada pada plot contoh, meliputi jenis tanaman, tinggi tanaman dan diameter tanaman, sementara pada jalur eksplorasi dicatat nama dan jumlah vegetasi yang dijumpai

2.3.2. Jenis Data

Data yang diperoleh berupa data primer dan data sekunder. Data primer Data primer yang diambil adalah data mengenai kondisi tegakan terkini yaitu komposisi dan struktur tegakan (jenis, jumlah jenis jumlah individu, tinggi dan diameter), sample tanah masing - masing plot, kondisi tempat tumbuh (serasah dan jenis erosi yang terjadi) serta keberadaan satwa liar. Sedangkan data sekunder berasal dari data literatur, jurnal, makalah, laporan penelitian sebelumnya, data keterangan berupa bagan alir proses produksi dan dampak yang mungkin timbul, data mengenai persentase pertumbuhan tanaman dan data-data lain yang relevan sebagai data pendukung.

2.3.3. Analisa Data

2.3.3.1. Indeks Nilai Penting

Data Indeks Nilai Penting (INP) digunakan untuk menganalisis dominansi (penguasaan) suatu jenis dalam komunitas tertentu dengan cara menjumlahkan nilai kerapatan relatif (KR), frekuensi relatif (FR), dan dominansi relatif (DR). Nilai penting juga sebagai dasar penentuan tipe komunitas tumbuhan (Komara,

Choesin & Syamsudin, 2016). Beberapa parameter penting yang diukur dalam analisis vegetasi (Mardhiana et al., 2022) yaitu:

- a. Kerapatan adalah jumlah individu dalam satuan luas tertentu (biasanya dalam hektar)

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis (N)}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Kerapatan relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan total jenis}} \times 100\%$$

- b. Frekuensi ditentukan berdasarkan perjumpaan suatu jenis tumbuhan selama pengamatan dilakukan.

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah ditemukan suatu jenis dalam plot}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi total jenis}} \times 100\%$$

- c. Dominansi/penutupan adalah bagian dari tanah yang dikuasai oleh tumbuhan. Untuk pohon, kerimbunan dinyatakan oleh penutupan basal area, yaitu luas permukaan tanah yang ditutupi oleh batang pohon. Luas itu ditentukan dari pengukuran diameter pohon setinggi dada (DBH) yaitu 1,3 meter dari permukaan tanah.

$$\text{Dominansi (D)} = \frac{\text{Luas bidang suatu jenis}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Dominansi relatif (DR)} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi total jenis}} \times 100\%$$

- d. Nilai penting yaitu sebagai dasar penentuan tipe komunitas tumbuhan yang merupakan penjumlahan dari nilai-nilai relatif ketiga parameter tersebut.

$$\text{INP (Tingkat pohon dan tiang)} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

$$\text{INP (Tingkat pancang dan semai)} = \text{KR} + \text{FR}$$

2.3.3.2. Indeks Kemerataan Jenis

Indeks keanekaragaman jenis ini digunakan menentukan keanekaragaman dari suatu komunitas atau kekayaan jenis (Kent dan Paddy, 1992). Selain keanekaragaman jenis flora, indeks ini juga digunakan untuk menghitung keanekaragaman jenis fauna, yakni mamalia, burung, herpetofauna, dan arthropoda, serta untuk menghitung keanekaragaman jenis biota air. (Naniu, Baderan & Hamidun, 2021).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

Ni = jumlah individu pada satu spesies

N = jumlah individu keseluruhan

Setelah H' dihitung nilainya, akan ditentukan tingkat keanekaragamannya dengan syarat kriteria dari indeks keanekaragaman jenis adalah (Krebs, 1989) sebagai berikut:

- H' < 1 : keanekaragaman spesiesnya rendah, penebaran jumlah individu tiap spesies rendah dan kestabilan komunitas rendah
- 1 < H' < 3 : keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera sedang dan kestabilan komunitas sedang
- H' > 3 : keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi

2.3.3.3. Indeks Nilai Penting

Indeks kemerataan jenis (E) menunjukkan tingkat kemerataan individu per jenis. Jika nilai E semakin mendekati 1 maka nilai kemerataannya semakin tinggi. Nilai E (Nahlunnisa, Zuhud & Santosa, 2016) dihitung menggunakan rumus matematis sebagai berikut:

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

Keterangan:

E = Indeks kemerataan jenis

H' = Indeks keanekaragaman jenis

S = Jumlah seluruh jenis

Menurut Magurran (1988), tingkat kemerataan individu per jenis ditentukan dengan besaran sebagai berikut:

- 0 < D ≤ 0.5 : menunjukkan kemerataan jenis yang rendah
- 0.5 < D < 1 : menunjukkan tingkat kemerataan jenis yang tergolong tinggi

2.3.3.4. Indeks Kekayaan Jenis Margalef

Indeks kekayaan jenis dihitung menggunakan rumus Margalef (Nurkhotimah et al, 2017) dengan perhitungan sebagai berikut:

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

Keterangan:

R = Indeks Kekayaan Jenis

S = Jumlah jenis yang ditemukan

N = Jumlah total individu

Kekayaan jenis ditentukan dengan kriteria sebagai berikut:

- R < 2,5 : menunjukkan tingkat kekayaan jenis yang rendah
- 2,5 > R > 4 : menunjukkan tingkat kekayaan jenis yang sedang
- R > 4 : menunjukkan tingkat kekayaan jenis yang tinggi

2.3.3.5. Indeks Dominansi Simpson (D)

Indeks dominansi menunjukkan adanya dominansi spesies pada komunitas, indeks dominansi dihitung dengan menggunakan rumus indeks dominansi dari Simpson (Sirait, Rahmatia & Pattulloh, 2018):

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Ni merupakan jumlah individu pada satu spesies, dan N merupakan jumlah individu keseluruhan. Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 sampai 1.

- 0 < D ≤ 0,5 : menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi
- 0,5 < D < 1 : menunjukkan adanya dominansi spesies tertentu

Data hasil penghitungan berupa Indeks Nilai Penting (INP), Indeks Dominansi Jenis (D), Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), Indeks Kemerataan jenis (E), dan Indeks Kekayaan Jenis (R) pada setiap lokasi penelitian baik tanaman maupun satwa liar di masukan kedalam tabel.

2.3.3.6. Indeks Similaritas Vegetasi

Nilai *Index Similarity Sorensens* (ISS) berkisar antara 0% sampai dengan 100%. Apabila nilai yang dihasilkan semakin dekat dengan 100% dari dua lokasi yang dibandingkan, maka jenis vegetasi pada lokasi tersebut memiliki kesamaan jenis yang sama. Sedangkan jika nilai ISS mendekati 0%, maka jenis vegetasi yang dibandingkan semakin berlainan (Rahmadi et al., 2022).

$$ISS = \frac{2M}{m1 + m2} \times 100\%$$

Dimana,

M = Jumlah jenis vegetasi yang hadir pada 2 lokasi umur tanaman yang berbeda

m1 = Jumlah total jenis vegetasi di lokasi 1,

m2 = Jumlah total jenis vegetasi di lokasi 2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Kondisi Tegakan

Areal reklamasi dan pascatambang pada wilayah usaha pertambangan batubara PT Indominco Mandiri (PT IMM) ditanami dengan berbagai jenis tanaman cepat tumbuh dan tanaman sisipan. Jenis tanaman cepat tumbuh yang menjadi pilihan untuk tanaman reklamasi diantaranya adalah jenis Sengon laut (*Falcataria moluccana*), Sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum*), Johar (*Cassia siamea*), Trembesi (*Samanea saman*), Akasia (*Acacia mangium*), Jabon (*Neolamarckia cadamba*) dan Waru (*Hibiscus tiliaceus*). Sementara untuk jenis tanaman sisipan

yang ditanam pada areal reklamasi dan pascatambang diantaranya adalah jenis Pulaui (*Alstonia scholaris*), Nangka (*Artocarpus heterophyllus*), Cempedak (*Artocarpus integrus*), Kapur (*Dryobalanops lanceolata*), Durian (*Durio zibethinus*), Petai (*Parkia speciosa*), Jambu biji (*Psidium guajava*), Ketapang (*Terminalia catappa*), Mahoni (*Swietenia mahagoni*), Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*), Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) dan berbagai jenis Meranti (*Shorea gratissima*, *Shorea lamellate* dan *Shorea leprosula*).

Tabel 2 Koordinat lokasi penelitian

Tahun Tanam	Umur Tanaman (tahun)	Kode	Jumlah Plot	Koordinat
2020	2	IMM-2	5	117°16'21,692" E dan 0°11'27,059" N
2015	7	IMM-7	5	117°15'24,540" E dan 0°9'58,269" N
2010	12	IMM-12	5	117°16'22,202" E dan 0°9'39,389" N
2005	17	IMM-17	5	117°15'18,927" E dan 0°8'7,537" N
2000	22	IMM-22	5	117°16'45,676" E dan 0°5'56,394" N

3.2. Kerapatan Vegetasi

Dari hasil pengamatan secara umum dapat dilihat bahwa struktur dan komposisi tegakan serta kehadiran dan keragaman jenis pohon pada masing-masing lokasi variatif mengingat bahwa pengamatan vegetasi dilakukan pada kawasan reklamasi dan pascatambang yang memiliki tahun tanam/umur tanaman yang berbeda. Pada plot IMM-7 yang berumur tanam 7 tahun memiliki nilai kerapatan pohon tertinggi dibandingkan dengan plot studi vegetasi lainnya yaitu dengan nilai kerapatan pohon sebesar 600 demikian pula bila ditambahkan dengan pancang yang berjumlah 640 ind ha⁻¹. Banyaknya nilai kerapatan pohon pada lokasi studi tersebut disebabkan oleh lokasi tersebut sudah ditambahkan tanaman sisipan dengan jenis local pada tahun ketiga, sehingga pada saat diteliti pohon sisipan sudah berusia 4 tahun sudah mulai tumbuh menjadi pancang (Gambar 1).

Tabel 3 Kerapatan vegetasi dan basal area pada lahan dengan umur tanam perlima tahun di PT Indominco Mandiri

Kode Plot	Basal Area (m ² ha ⁻¹)	Kerapatan vegetasi		
		Pohon	Pancang	Semai
IMM 2	1,97	-	620	-
IMM7	28,08	600	640	-
IMM12	30,56	575	560	500
IMM17	55,17	540	480	500
IMM22	72,63	525	480	1500

Tabel 3 sejalan dengan penelitian yang dilakukan di lahan reklamasi pasca tambang batubara di Muara Enim Sumatera Selatan dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa di area revegetasi berusia 5 - 11 tahun menunjukkan bibit yang ditanam tumbuh menjadi pancang dan pohon, ini mengindikasikan

bahwa pertumbuhan baik dan proses sukesi dikarakteristikan berdasarkan spesies, kerapatan dan dominansi (Yuningsih et al., 2021).

Jika melihat grafik data pada Gambar 1 dan Gambar 2 maka terlihat bahwa variasi nilai kerapatan pohon juga berpengaruh terhadap tingginya variasi nilai basal area pada masing-masing lokasi studi vegetasi. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi perbedaan masing-masing nilai kerapatan pohon dan basal area setiap umur tanaman yaitu jenis tanaman pokok (*fast growing*) yang dikembangkan oleh pihak perusahaan, jarak antar tanaman, dan kondisi topsoil kawasan revegetasi (Lestari et al., 2019). Semakin tebal dan merata ketika kegiatan spreading topsoil dilakukan maka akan semakin luas dan dalam ruang tumbuh akar ketika tanaman tumbuh tinggi dan besar di masa tahun kedepannya. Tanah mempengaruhi dominasi, dinamika vegetasi and sukesi (Vachova et al., 2022).

3.3. Basal Area

Merujuk pada hasil Gambar 2 terlihat bahwa nilai basal area yang paling tinggi terdapat pada lokasi studi PT. Indominco Mandiri IMM-22 umur 22 tahun dengan nilai basal area sebesar 72,63 m² ha⁻¹ dengan jenis tanaman yang ditanam yaitu jenis tanaman yang sangat beragam. Besarnya nilai basal area pada lokasi umur 22 tahun diduga karena usia revegetasi sudah tua sehingga diameter pohon sudah membesar. Sedangkan pada lokasi studi lain terlihat masih memiliki nilai basal area yang nilainya masih rendah dikarenakan usia tanaman yang relatif masih muda dan tegakan tanaman reklamasi tersebut masih rata-rata tumbuh pada kategori tegakan tingkat pancang.

Berdasarkan data pada Gambar 4, terlihat bahwa terdapat variasi nilai kuantitatif pada masing-masing lokasi pengamatan, semakin tinggi umur reklamasi semakin tinggi pula nilai kerapatan vegetasi maupun basal area pohonnya. Hal tersebut dikarenakan berbedanya situasi dan kondisi masing-masing lokasi yang diamati, seperti perbedaan kondisi tanah, jenis tanaman, jarak lokasi studi dengan hutan alam, dan lain-lain (Rahmadi et al., 2022).

3.4. Keragaman dan Kehadiran Pohon

Kegiatan penelitian untuk melihat keanekaragaman vegetasi dilakukan pada areal reklamasi PT. Indominco Mandiri yang mempunyai tanaman reklamasi mulai tahun 2022 sampai 5 lokasi. Dari hasil penelitian baik dari dalam plot maupun hasil survey didapatkan 38 spesies pohon yang terdiri dari 18 famili yaitu fabaceae yang mempunyai spesies paling banyak (*Acacia mangium*, *Cassia siamea*, *Enterolobium cylocarpum*, *Falcataria moluccana*, *Gliricidia maculaten* dan *Samanea saman*), Euphorbiaceae yang terdiri dari berbagai jenis *Macaranga*, banyak tumbuh alami mungkin dikarenakan spesies ini endemic dari daerah Kalimantan. Lalu dipterocarpaceae yang terdiri dari 4 jenis, anacardiaceae, malvaceae, meliaceae, rubiaceae

dan rutaceae masing masing famili dua jenis. Yang hanya terdiri dari satu spesies yaitu apocynaceae, dilleniaceae, laminaceae, lauraceae, mimosaceae, phyllanthaceae, sterculiaceae, thymelaceae, Urticaceae dan Verbenaceae (Tabel 3). Secara umum, sampai umur 10 tahun vegetasi didominasi oleh yang ditanam, ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Yunanto et al., 2022) dimana dari umur tanam 1 – 11 tahun didominasi oleh pohon pionir yang cepat tumbuh.

Keanekaragaman jenis vegetasi meningkat perlima tahunnya walau dengan jenis yang berbeda. Pada ITM-2 terdapat 9 jenis pohon yang terdiri dari 3 pohon ditanam dan 6 pohon yang tumbuh alami. Pada usia 2 tahun keseluruhan masih pancang, dengan diameter dibawah 10 cm. Pada plot ITM-7 sudah mulai ada pohon dimana yang ditanam terdapat 3 jenis, yaitu *Acacia mangium*, *Cassia siamea*, *Enterolobium* dan *Hibiscus tiliaceus* yang merupakan tanaman pioneer yang sudah berumur 7 tahun, terdapat satu jenis tanaman yang tidak ditanam dalam plot yaitu *Falcataria tiliaceus* (Tabel 4) dari gambar terlihat bahwa dari hasil penelitian di IMM-7 terdapat 8 jenis pohon yang tidak ditanam.

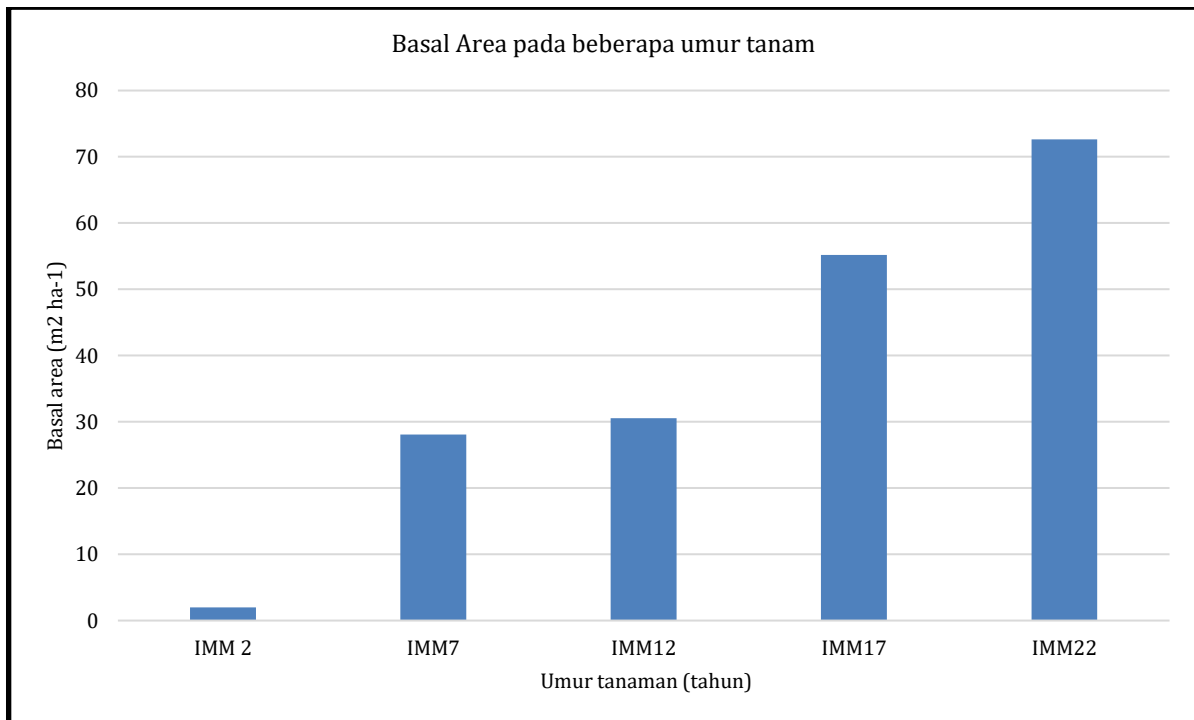
Pada IMM12 terdapat satu jenis dalam plot yang tumbuh alami yaitu *Swietenia macrophylla*, dan dari hasil plot dan survey terdapat 9 jenis pohon yang tumbuh alami. Pada IMM17 jenis yang tumbuh alami dalam plot adalah *Pterospermum javanicum* dan terdapat 5 hasil survey dan pada IMM 22 terdapat 4 jenis pohon yang tidak ditanam didalam plot yaitu *Durio zibethinus*, *Peronema canescens*, *Pterospermum javanicum* dan *Lansium domesticum* dan 8 jenis dari hasil metode survey.

3.5. Indeks Pada Per Lima Tahun Tanam

3.5.1. Indeks Keanekaragaman

Nilai keanekaragaman tahun (H') dari IMM 2 ke IMM 22 semakin tinggi. Untuk indeks keanekaragaman umur 2 tahun ($H'=1,09$) ini berarti bahwa keanekaragaman sedang, demikian juga pada umur 7 tahun ($H'=0,71$), 12 tahun ($H'=1,44$), 17 tahun ($H'=2,15$) dan umur 22 tahun ($H'=2,43$). Dapat diartikan bahwa keanekaragaman jenis pada lokasi penelitian adalah sedang (Tabel 4). Bila diperhatikan dari keanekaragaman jenis dari umur 22 tahun walaupun jenisnya bertambah tetapi kerapatannya berkurang. Jenis pioneer *Enterolobium cyclocarpum* tidak ditemukan, kemungkinan ini disebabkan karena pada umur plot 22 tahun tanaman jenis pionir sudah mulai menghilang.

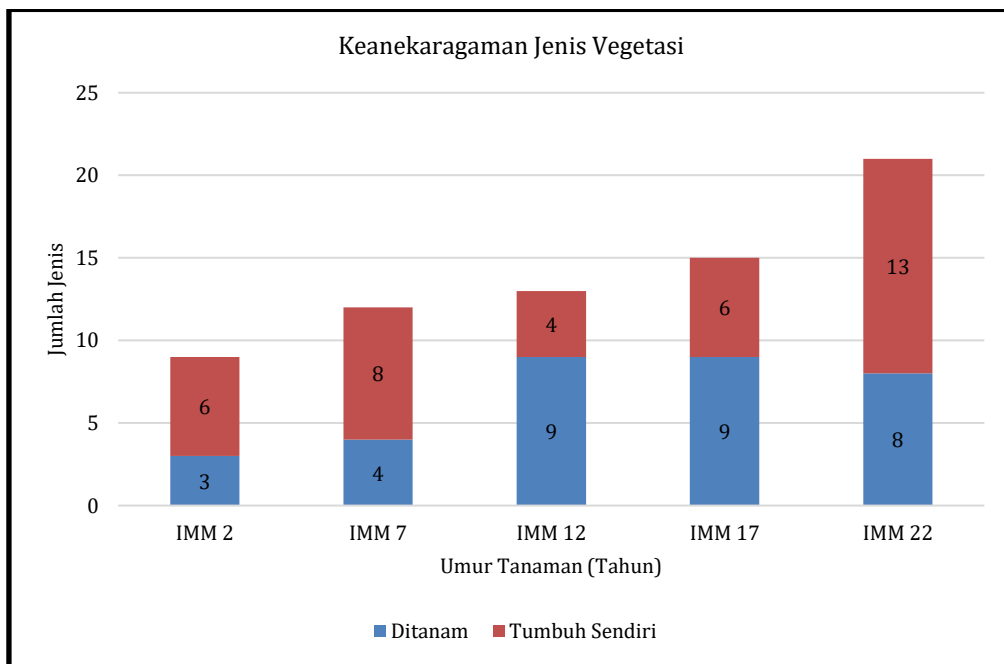
Indeks kekayaan jenis (*Richness*) pada lahan reklamasi pada semua tahun penanaman adalah dibawah 2,5 artinya kekayaannya rendah. Ini karena yang ditanam hanya beberapa jenis saja. Tetapi kekayaan jenis ini semakin lama tahun tanam, semakin bertambah. Indeks kekayaan yang tertinggi adalah pada IMM-17($R=1,27$), lalu IMM-22 ($R=1,76$), kekayaan terendah yaitu pada umur 2 tahun yaitu ($R=0,42$). Ini dikarenakan pada lokasi tanam umur 2 tahun yang hidup hanya jenis yang ditanam, sedangkan pada umur 7 banyak tanaman sisipan dan tanaman yang tumbuh sendiri. Pada lokasi tahun penanaman 2000 umur penanaman sudah 22 tahun, kemungkinan terdapat beberapa jenis pohon *fast growing* yang sudah mulai tidak produktif, dan mulai terdekomposisi.



Gambar 4 Perbandingan nilai Basal Area m²/ha pada berbagai variasi tahun tanam di kawasan reklamasi dan pascatambang di PT Indominco Mandiri.

Tabel 4 Kehadiran jenis pohon pada seluruh lokasi studi (plot vegetasi maupun eksplorasi) di kawasan reklamasi pascatambang PT Indominco.

No	Species	Famili	Umur tanaman (tahun)				
			2	7	12	17	22
1	<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae		√		√	√
2	<i>#Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae		√			
3	<i>#Aquilaria malaccensis</i>	Thymelaeaceae			√		
4	<i>Bridelia glauca</i>	Phyllanthaceae			√		
5	<i>Citrus sp</i>	Rutaceae		√			
6	<i>*Cassia siamea</i>	Fabaceae	√	√	√	√	√
7	<i>Dillenia indica</i> L	Dilleniaceae				√	√
8	<i>#Dryobalanops aromatica</i>	Dipterocarpaceae				√	√
9	<i>#Dryobalanops lanceolata</i>	Dipterocarpaceae		√	√		
10	<i>Durio zibethinus</i>	Malvaceae					√
11	<i>*Enterolobium cylocarpum</i>	Fabaceae	√	√	√	√	
12	<i>Euodia glabra</i>	Rutaceae					
13	<i>Eusideroxylon zwageri</i>	Lauraceae				√	√
14	<i>Falcataria moluccana</i>	Fabaceae		√			
15	<i>#Gliricidia maculata</i>	Fabaceae			√		
16	<i>*Hibiscus tiliaceus</i>	Malvaceae		√	√	√	√
17	<i>Homalanthus populneus</i>	Euphorbiaceae	√	√	√	√	√
18	<i>Lansium domesticum</i>	meliaceae				√	√
19	<i>Macaranga conifera</i>	Euphorbiaceae					√
20	<i>Macaranga gigantea</i>	Euphorbiaceae	√				
21	<i>Macaranga lowii</i>	Euphorbiaceae	√	√		√	√
22	<i>Macaranga tichocarpa</i>	Euphorbiaceae	√			√	√
23	<i>#Mangifera indica</i>	Anacardiaceae			√		
24	<i>Neolamarckia cadamba</i>	Rubiaceae	√				
25	<i>Neonauclea excelsa</i>	Rubiaceae		√			
26	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Mimosaceae					√
27	<i>Peronema canescens</i> Jack	Verbenaceae					√
28	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	√				
29	<i>Pterospermum javanicum</i>	Sterculiaceae				√	√
30	<i>*Samanea saman</i>	Fabaceae	√		√	√	√
31	<i>Semecarpus sp.</i>	Anacardiaceae			√		
32	<i>#Shorea leprosula</i>	Dipterocarpaceae			√	√	√
33	<i>#Swietenia mahagoni</i>	Dipterocarpaceae			√	√	√
34	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae			√		
45	<i>#Syzygium aqueum</i>	Myrtaceae					√
36	<i>Syzygium sp</i>	Myrtaceae					√
37	<i>Trema tomentosa</i>	Urticaceae		√			
38	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae				√	√
Total			9	12	14	15	21



Gambar 5 Komposisi vegetasi pada masing-masing lokasi studi di dalam plot dan hasil survey

Tabel 5 Indeks hasil penghitungan pada setiap lokasi:

Indeks	Umur Tanaman				
	2	7	12	17	22
Hmax	1,1	1,61	1,79	2,2	2,48
Indeks Keanekaragaman (H')	1,09	0,71	1,44	2,15	2,43
Indeks Kekayaan Jenis (R)	0,42	0,84	1,05	1,27	1,76
Indeks Kemerataan jenis (E)	0,99	0,44	0,81	0,97	0,98
Indeks dominansi	0,34	0,68	0,32	0,13	0,09

Indeks keanekaragaman jenis keseluruhan plot dan survey pada IMM-2 hasil dari dalam plot dan hasil survey adalah R=1,66 sedangkan di IMM 7 adalah R=2,3 dan IMM 12 adalah R=2,45 dan pada IMM 17 adalah R=2,23 dan pada IMM 22 adalah R=3,19. Indeks kekayaan tertinggi adalah pada IMM-22 yang mempunyai jumlah jenis 21, ini sesuai dengan penelitian Prasetyo et al., (2017), yang melakukan penelitian di lahan reklamasi PT. Bukit Asam, Tanjung Enim Sumatera Selatan dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa reklamasi di Kawasan pertambangan batubara telah mengalami kemajuan yang sangat baik dilihat dari keanekaragaman spesies meskipun areal reklamasi umur 2 dan 4 tahun mempunyai keanekaragaman jenis yang sangat rendah dibandingkan dengan yang berumur 15 dan 20 tahun yang mempunyai keanekaragaman spesies sedang.

Bila diperhatikan dari gambar 3 perbandingan antara jumlah dapat terlihat bahwa pada IMM-17 tanamannya masih banyak yang asalnya ditanam sementara yang tumbuh alami sedikit sementara pada IMM-22 jumlah tanaman yang ditanam sedikit sedangkan yang tumbuh sendiri lebih banyak. Ini kemungkinan karena ada benih dari luar yang dibawa oleh binatang dan karena kondisi sudah memungkinkan maka benih tersebut bisa tumbuh. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keanekaragaman jenis yaitu jumlah jenis yang menyusun dalam areal, kondisi tanah, ketinggian tempat tumbuh, kondisi lingkungan khususnya iklim yang sangat sesuai untuk pertumbuhan dan reproduksi dalam setiap musim (Riswan, Harun & Irsan, 2015).

Keanekaragaman di antara anggota suatu kelompok terdiri dari dua komponen yaitu kekayaan jenis dan kelimpahan relatif. Terdapat tiga faktor yang sangat mempengaruhi jumlah organisme, keragaman jenis dan dominansi yaitu perusakan habitat alami seperti pengkonversian lahan menjadi lahan tambang, pencemaran kimia dan organik, serta perubahan iklim (Bach et al., 2020).

Indeks kemerataan jenis pada semua umur penanaman lebih dari 0,5 artinya jumlah individu jenis tanaman merata, kecuali pada IMM-7 kemerataan jenis adalah 0,44 termasuk kriteria kemerataan jenis rendah ini dikarenakan banyaknya jenis *Enterolobium cylocarpum* yang mencapai 490 individu (Tabel 4).

Indeks dominansi pada semua umur reklamasi dibawah 0,5 artinya dominansi rendah. Kecuali pada IMM-7 tahun terdapat dominansi D=0,68 yang berarti terdapat suatu jenis yang mendominasi dan hasil ini

selaras dengan kemerataan yang rendah. Yang mendominasi adalah *Enterolobium cylocarpum* yang mencapai 490 individu dari jumlah keseluruhan individu di plot tanam umur 7 tahun tersebut 600 individu. Sebenarnya karena ini adalah tahun tanam yang baru 7 tahun yang kebanyakan adalah jenis pohon yang ditanam, dapat disimpulkan bahwa pada tahun tanam tersebut banyak *Enterolobium cylocarpum* yang ditanam (Tabel 3).

Suatu komunitas dapat dikatakan memiliki keragaman yang tinggi spesies jika komunitas terdiri dari banyak spesies. Sebaliknya suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman spesies yang rendah jika komunitas tersebut tersusun oleh beberapa spesies, dan jika hanya beberapa spesies dominan (Prasetyo et al., 2017).

3.5.2. Indeks Nilai Penting pada Tiap Umur Tanam

Indeks Nilai Penting (INP) digunakan untuk menganalisis dominansi (penguasaan) suatu jenis dalam komunitas tertentu. Indeks Nilai Penting jenis tumbuhan pada suatu komunitas merupakan salah satu parameter yang menunjukkan peranan jenis tumbuhan tersebut dalam komunitasnya tersebut. Kehadiran suatu jenis tumbuhan pada suatu daerah menunjukkan kemampuan adaptasi dengan habitat dan toleransi yang lebar terhadap kondisi lingkungan. Semakin besar nilai INP suatu spesies semakin besar tingkat penguasaan terhadap komunitas dan sebaliknya (Budiwan et al., 2018).

Tiga spesies dengan indeks nilai penting tertinggi pada IMM-2 adalah *Cassia siamea* (INP=109,50%), *Enterolobium cylocarpum* (INP=125,27%) dan *Samanea saman* (65,23%). Tiga spesies dengan indeks nilai penting tertinggi pada lokasi IMM-7 adalah *Enterolobium cylocarpum* (INP=201,96%), *Acacia mangium* (INP=21,90%) dan *Hibiscus tiliaceus* (INP=21,90%) artinya jenis jenis tersebut mempunyai peranan dan penguasaan pada lokasi tersebut. Tiga spesies dengan indeks nilai penting tertinggi pada IMM-12 adalah *Samanea saman* (INP=145,94%), *Hibiscus tiliaceus* (INP=40,59%) dan *Swietenia macrophylla* ((INP= 28,99%). Spesies dengan Index nilai tertinggi pada IMM-17 adalah *Enterolobium cylocarpum* (INP=76,82%), *Samanea saman* (INP=52,74%) dan *Acacia mangium* (INP= 27,9%). Spesies dengan Index nilai tertinggi di lokasi umur tanaman 22 tahun adalah *Paraserianthes falcataria* (INP=56,20%), *Samanea sama* (INP= 46%) dan *Acacia mangium* (INP= 36,63%).

Pada lokasi pada IMM-2, IMM-7 dan IMM-12 terlihat bahwa yang mempunyai index nilai penting tinggi adalah jenis pohon yang cepat tumbuh,

sementara pada IMM-17 dan IMM-22 tahun adalah pada jenis yang tidak cepat tumbuh dan sisipan ini kemungkinan karena lokasi tersebut sudah 22 tahun sehingga banyak pohon pioneer yang sudah rubuh. Dengan demikian tinggi nya nilai INP suatu jenis tanaman dapat menunjukkan bahwa jenis tersebut memiliki kemampuan untuk Tumbuh dan berkembangan, dan juga dapat mendominasi tumbuh di area bekas tambang (Anwar & Zaery, 2022).

Secara umum, pada seluruh lokasi penelitian di PT. Indominco Mandiri terdapat jenis tanaman alami yang tumbuh di areal tersebut. Potensi keragaman vegetasi yang relatif tinggi tersebut memungkinkan adanya penambahan jenis baru seiring pertambahan umur tanaman reklamasi dan proses pengayaan (*enrichment*) pada areal reklamasi (Riswan, Harun & Irsan, 2015).

3.5.3. Indeks Similaritas

Dimana untuk mengetahui data Indeks similaritas, terlebih dahulu dilakukan identifikasi kesamaan jenis tanaman dengan menggunakan rumus *Index Similarity Sorensen* (ISS). Indeks kesamaan jenis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6 Indeks Similaritas Sorensen pada beberapa umur tanam

ISS	IMM 2	IMM7	IMM12	IMM17	IMM22
IMM 2					
IMM7	0,381				
IMM12	0,3478	0,48			
IMM17	0,5	0,3704	0,4828		
IMM22	0,2667	0,303	0,3429	0,6667	

Berdasarkan hasil perhitungan ISS vegetasi pada masing-masing umur tanaman, diperoleh hasil tertinggi sebesar 0,6667 pada IMM-17 dan IMM-22, 0%, maka jenis vegetasi yang dibandingkan semakin berlainan Rahmadi et al., (2022), menyatakan bahwa semakin besar angka ISS maka kesamaan jenis semakin besar dan semakin ISS mendekati nol maka semakin berlainan jenis yang ada Diperolehnya nilai indeks sebesar 66,67% pada lokasi studi tersebut menandakan bahwa jenis vegetasi di masing-masing umur tanaman mendekati sama. Sedangkan untuk nilai ISS terendah, yakni 26,67% diperoleh pada umur tanaman 2 dan 22 tahun. Hal ini menandakan bahwa jenis vegetasi pada kedua tersebut memiliki tingkat kesamaan yang rendah (berlainan).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa semakin tua umur tanam, semakin tinggi basal area dan kerapatan jenis per hektar, dengan semakin bertambahnya umur tanaman rehabilitasi maka semakin bertambah pula jenis keragaman pohon yang hadir atau yang tumbuh secara alami. Untuk dapat mendekati kondisi sebelum ditambang sesuai dengan kewajiban dari pemerintah, perlu diketahui terlebih dahulu keanekaragaman spesies pada lahan sebelum

ditambang dan membandingkannya dengan lahan yang sudah ditambang di usia 22 tahun (tertua).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada PT. Indominco Mandiri yang sudah memberikan dukungan baik untuk izin penelitian, akomodasi selama penelitian termasuk teknis di lapangan dan pendanaan (untuk segala materi yang digunakan selama penelitian).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdyannor, M.I., Kissinger, Priatmadi, B.J. & Badaruddin. 2021. Upaya Peningkatan Perusahaan Dalam Pelaksanaan Post-Mining Revegetation at PT Binuang Mitra Bersama. *Enviro Scientiae*. 17(3):98-105.
- Anwar, S. & Zaery, P.F. 2022. Studi Model Reklamasi Dengan Spesies Local Endemik Berdasarkan Karakteristik Lahan PT Agincourt Resources. *Prosiding TPT XXXI PERHAPI 2022*. 575-588.
- Bach, E.M., Ramirez, K.S., Fraser, T.D. & Wall, D.H. 2020. Soil biodiversity integrates solutions for a sustainable future. *Sustainability (Switzerland)*. 12(7):1-20. DOI: 10.3390/su12072662.
- Brack, D. 2019. Forests and Climate Change Duncan Brack i the fourteenth session of the United Nations Forum on Forests. *United Nations Forum on Forests*. (c):56.
- Buchori, D., Rizali, A., Rahayu, G.A. & Mansur, I. 2018. Insect diversity in post-mining areas: Investigating their potential role as bioindicator of reclamation success. *Biodiversitas*. 19(5):1696-1702. DOI: 10.13057/biodiv/d190515.
- Budiwan, A., Fahrizal & Prayogo, H. 2018. Analisa vegetasi pada pengelolaan hutan tradisional masyarakat Suku Dayak Tamambaloh dan Iban di wilayah redd+ kph model Kapuas Hulu. *Jurnal Hutan Lestari*. 6(1):246-253.
- Flores, A., López-Upton, J., Rullán-Silva, C.D., Olthoff, A.E., Alía, R., Sáenz-Romero, C. & del Barrio, J.M.G. 2019. Priorities for conservation and sustainable use of forest genetic resources in four Mexican pines. *Forests*. 10(8):1-14. DOI: 10.3390/f10080675.
- Komara, L.L., Choesin, D.N. & Syamsudin, T.S. 2016. Plant diversity after sixty years post coal mining in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. 17(2):531-538. DOI: 10.13057/biodiv/d170220.
- Komara, L.L., Murtinah, V. & Arbain. 2018. Evaluation of plant species composition after thirteen years post coal mining rehabilitation in East Kutai District of East Kalimantan, Indonesia Evaluation of plant species composition after thirteen years post coal mining rehabilitation in East Kutai D. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 144 (2018) 012057. 1-8. DOI: doi :10.1088/1755-1315/144/1/012057.
- Kretschmann, J., Efremenkov, A.B. & Khoreshok, A.A. 2017. From Mining to Post-Mining: The Sustainable Development Strategy of the German Hard Coal

- Mining Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 50(1). DOI: 10.1088/1755-1315/50/1/012024.
- Lestari, D.A., Fiqa, A.P., Fauziah & Budiharta, S. 2019. Growth evaluation of native tree species planted on post coal mining reclamation site in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. 20(1):134–143. DOI: 10.13057/biodiv/d200116.
- Mardhiana, Panjaitan, R., Diana, R. & Harryati, T. 2022. Study of The Ground Cover Species Important For Agriculture In Peat Swamp Forest Area Tengku Dacing Village. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1083(1). DOI: 10.1088/1755-1315/1083/1/012056.
- Nahlunnisa, H., Zuhud, E.A.M. & Santosa, D.Y. 2016. Keanekaragaman Spesies Tumbuhan di Areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) Perkebunan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi*. 21(1):91–98.
- Naniu, S., Baderan, D.W.K. & Hamidun, M.S. 2021. the Composition and Diversity of Plant Species in Ursa. *Jurnal Riset dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan*. 6(1):73–81.
- Nugroho, H.Y.S.H., Nurfatriani, F., Indrajaya, Y., Yuwati, T.W., Ekawati, S., Salminah, M., Gunawan, H., Subarudi, S., et al. 2022. Mainstreaming Ecosystem Services from Indonesia's Remaining Forests. *Sustainability (Switzerland)*. 14(19). DOI: 10.3390/su141912124.
- Nurkhotimah, Hikmat, A. & Setyowati, T. 2017. Composition, Structure and Diversity of Species Plant In Dungus Iwul Nature Reserve, Bogor District. *Media Konservasi*. Vol. 22 No:138–145.
- Prasetyo, R.B., Marisa, H. & Sarno, -. 2017. Vegetation Analysis on Reclamation Area of Coal Mine of Pt. Bukit Asam Tanjung Enim, South Sumatera. *BIOVALENTIA: Biological Research Journal*. 3(1):51–59. DOI: 10.24233/biov.3.1.2017.61.
- Qin, Z., Agarwal, V., Gee, D., Marsh, S., Grebby, S., Chen, Y. & Meng, N. 2021. Study of Ground Movement in a Mining Area with Geological Faults Using FDM Analysis and a Stacking InSAR Method. *Frontiers in Environmental Science*. 9(December):1–13. DOI: 10.3389/fenvs.2021.787053.
- Rahmadi, S., Matius, P., Priahutama, A.A., Ramadani, D.N., Munawarah, J., Maharani, R. & Rayadin, Y. 2022. Variasi Umur Tanaman Reklamasi Terhadap Struktur dan Komposisi Vegetasi di Areal Reklamasi Tambang PT Kideco Jaya Agung, Paser, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 20(1):13–21. DOI: 10.14710/jil.20.1.13-21.
- Riswan, R., Harun, U. & Irsan, C. 2015. Keragaman Flora di Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batubara PT BA Sumatera Selatan (Flora Diversity at Post-Coal Mining Reclamation in the PT BA South Sumatera). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 22(2):160. DOI: 10.22146/jml.18738.
- Setyowati, R.D.N., Amala, N.A.A. & Nila, N.U. 2017. Studi Pemilihan Tanaman Revegetasi Untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *AL-ARD: Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1):14–20. DOI:10.29080/alard.v3i1.256.
- Sirait, M., Rahmatia, F. & Pattullo, P. 2018. Komparasi Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Fitoplankton di Sungai Ciliwung Jakarta (Comparison Of Diversity Index And Dominant Index of Phytoplankton At Ciliwung River Jakarta). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 11(1):75. DOI: 10.21107/jk.v11i1.3338.
- Vachova, P., Vach, M., Skalicky, M., Walmsley, A., Berka, M., Kraus, K., Hnilickova, H., Vinduskova, O., et al. 2022. Reclaimed Mine Sites: Forests and Plant Diversity. *Diversity*. 14(1). DOI: 10.3390/d14010013.
- Yunanto, T., Amanah, F., Wulansari, A.R. & Wisnu, N.P. 2022. Effect of soil properties on plant growth and diversity at various ages of coal mine reclamation in Indonesia. *Biodiversitas*. 23(1):459–468. DOI: 10.13057/biodiv/d230149.
- Yuningsih, L., Hermansyah, Ibrahim, E. & Marsi. 2021. Diversity, structure and composition of vegetation in post-coal mining reclamation area in Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*. 22(8):3392–3400. DOI: 10.13057/biodiv/d220836.