



MENGUKUR KEBERHASILAN REKLAMASI PASCATAMBANG MENGGUNAKAN BIOINDIKATOR DI PT. KALTIM PRIMA COAL

¹⁾Niko Gusprastomo, ²⁾Wahyu wardana, ³⁾Gigih Irfatongga

¹⁾Supervisor Reclamation Planning

²⁾Superintendent Reclamation Operation

³⁾Senior Engineer – Environment

Artikel masuk : 11-04-2022 , Artikel diterima 29-08-2022

Kata Kunci: Reklamasi,
Keanekaragaman Hayati,
Ekosistem

Keywords: Reclamation,
Biodiversity, Ecosystem

ABSTRAK

Studi ini, bertujuan untuk mengukur peran ekosistem reklamasi pascatambang PT Kaltim Prima Coal (PT KPC) sebagai ekosistem penyangga kehidupan. Keberhasilan reklamasi diukur berdasarkan acuan bioindikator kondisi ekologis area rona awal. Kondisi ekologis yang diamati, meliputi kehadiran mamalia dan burung, populasi bakteri penambat fosfat dan nitrogen dan tingkat keanekaragaman hayati. Pengamatan flora untuk area reklamasi, menggunakan petak ukur permanen (PUP) berukuran 20m x 20m. Sedangkan pada hutan alam, menggunakan PUP berukuran 20m x 100m, mewakili area rona awal Sangatta dan Bengalon, seluruhnya berjumlah 42 plot. Untuk pengamatan fauna menggunakan dua metode, yakni pengamatan langsung dan pengamatan tidak langsung. Pengamatan langsung, yaitu perjumpaan dan kamera trap, sedangkan pengamatan tidak langsung, menggunakan identifikasi jejak, kotoran, bekas cakar, bulu, sarang, dan suara. Penilaian bioindikator menggunakan rumus Indeks keragaman Shannon-Wiener, Indeks Similaritas Sorensen, dan Indeks kehadiran mamalia. Hasil studi, untuk nilai keanekaragaman hayati kelompok tumbuhan di area reklamasi 3.2 satuan dan 3.4 satuan pada area rona awal. Sedangkan untuk kelimpahan jenis, area reklamasi sebesar 83 jenis berbanding 53 jenis pada rona awal. Dengan nilai indeks kesamaan jenis sebesar 25%. Untuk kehadiran mamalia area reklamasi sebesar 24 jenis berbanding 15 jenis pada rona awal. Kehadiran burung area reklamasi berjumlah 54 jenis dan 31 jenis pada rona awal. Populasi bakteri penambat fosfat untuk area reklamasi sebesar 0.06×10^7 cfu/ml dan rona awal nol. Untuk populasi bakteri penambat nitrogen area reklamasi sebesar 1.33×10^7 cfu/ml, sedangkan rona awal 0.82×10^7 cfu/ml. Dengan demikian, reklamasi pascatambang KPC telah mampu berperan sebagai ekosistem penyangga kehidupan.

Doi : <https://doi.org/10.36986/impj.v3i2.48>

Abstract

This study aims to measure the role of the post-mining reclamation ecosystem of PT Kaltim Prima Coal (PT KPC) as a life support ecosystem. The success of reclamation is measured by reference to bioindicators of the ecological condition of the initial baseline area. Ecological conditions were observed, including the presence of mammals and birds, populations of phosphate and nitrogen fixing bacteria and levels of biodiversity. Observation of flora for reclamation area, using permanent measuring plot (PUP) measuring 20m x 20m. Meanwhile, for natural forest, using PUP measuring 20m x 100m, representing the initial baseline area of Sangatta and Bengalon, a total of 42 plots. For the observation of fauna using two methods, namely direct observation and indirect observation. Direct observations, namely encounters and camera traps, while indirect observations, use identification of traces, dirt, claw marks, feathers, nests, and sounds. The bioindicator assessment uses the Shannon-Wiener Diversity Index, Sorensen Similarity Index, and Mammal Presence Index formulas. The results of the study, for the value of plant group biodiversity in the reclamation area, 3.2 units and 3.4 units in the initial baseline area. As for the abundance of species, the reclamation area was 83 species compared to 53 species in the initial baseline. With a similarity index value of 25%. For the presence of mammals, the reclamation area is 24 species compared to 15 species in the initial baseline. The presence of birds in the reclamation area amounted to 54 species and 31 species in the initial baseline. The population of phosphate-fixing bacteria for the reclamation area was 0.06×10^7 cfu/ml and the initial baseline was zero. The population of nitrogen fixing bacteria in the reclamation area was 1.33×10^7 cfu/ml, while the baseline was 0.82×10^7 cfu/ml. Thus, KPC's post-mining reclamation has been able to act as a life support ecosystem.

PENDAHULUAN

Sejak penilaian kesehatan ekosistem diaplikasikan pada akhir 1980-an, ternyata penggunaan indikator ekologi secara umum masih belum cukup untuk menyajikan analisa yang lengkap terkait indikator kesehatan

lingkungan. Barulah pada tahun 1992, sebuah buku berjudul “kesehatan ekosistem” diterbitkan oleh Island Press. Dan pada tahun 2000 Elsevier meluncurkan jurnal dengan judul Ecological Indicators in 2000 bersama Eric Hyatt dan Felix Mueller (Jorgensen etc 2005). Semenjak itu, analisa penggunaan bioindikator untuk menilai kesehatan lingkungan semakin dipercaya.

Latar Belakang

Studi ini, bermaksud menggunakan bioindikator untuk mengidentifikasi, menilai, mengevaluasi, dan memprediksi kondisi ekosistem reklamasi pascatambang pada berbagai skenario. Menurut (Mckenzie etc 1992), bioindikator dapat menggambarkan urutan tahapan terjadinya masalah lingkungan dan memahami hubungan timbal balik antara individu dengan ekosistem, sehingga dapat mengidentifikasi masalah lingkungan, mengevaluasi, dan memprediksi kondisi ekologi. Sehingga metode ini, aplikatif untuk menilai kesehatan ekosistem reklamasi pascatambang.

Tujuan

Studi ini, bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi keanekaragaman jenis flora dan fauna sebelum dan sesudah penambangan
2. Mengidentifikasi populasi dan jenis bakteri penambat fosfat dan nitrogen pada kawasan reklamasi pasacatambang dan rona awal
3. Mengetahui kemampuan daya dukung ekosistem area reklamasi pasacatambang sebagai ekosistem penyangga kehidupan.

Pendekatan Pemecahan Masalah

Studi ini, menggunakan pendekatan kuantitatif, yakni mengukur populasi flora dan fauna area sebelum dan sesudah penambangan, selanjutnya dianalisis secara kuantitatif. Analisa kuantitatif meliputi indek keanekaragaman hayati dan indeks persamaan jenis.

Indeks keragaman Shannon-Wiener

Indeks keragaman digunakan untuk mengukur struktur komunitas dan kestabilan ekosistem, sebagaimana formula berikut ini:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Indeks Similarity Sorensen (ISS)

ISS digunakan untuk mengetahui persamaan jenis antara kawasan sebelum dan sesudah penambangan. Menggunakan formula, berikut ini:

$$IS = \frac{2C}{A+B} \times 100\%$$

Keterangan :

- IS = Indeks Similaritas Sorensen.
- A = Jumlah Jenis di lokasi 1.
- B = Jumlah Jenis di lokasi 2.
- C = Jumlah Jenis yang sama di kedua lokasi.

Nilai ISS berkisar 0% sampai 100%, semakin tinggi persamaan jenis kedua wilayah, maka, semakin tinggi nilai ISS.

METODOLOGI PENELITIAN

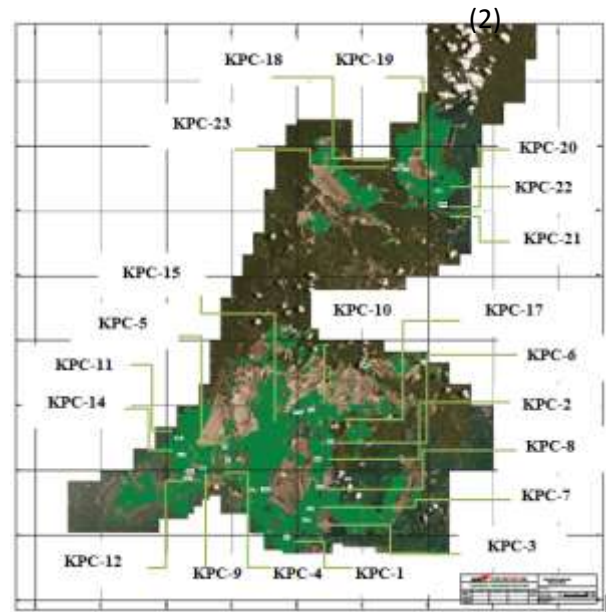
Studi ini, menggunakan metode survey, yaitu mengukur dan memantau populasi dan sebaran flora dan fauna area sebelum dan sesudah penambangan. Survey dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Survey langsung, yakni pengukuran dan pengamatan melalui kontak langsung, termasuk penggunaan kamera trap, pengamatan vegetasi, bakteri dan sebagian pengamatan burung dan mamalia. Survey tidak langsung meliputi pengamatan burung dan mamalia melalui identifikasi jejak, kotoran, bekas cakar, bulu, sarang, dan suara.

Metode ini, bermaksud menguji hipotesis, bahwa ekosistem rona awal lebih mampu berperan sebagai ekosistem penyangga kehidupan dibandingkan ekosistem reklamasi pascatambang. Pengukuran kemampuan ekosistem sebagai ekosistem penyangga kehidupan didasari indikator kehadiran burung, bakteri pelarut fosfat, penambat nitrogen, serta keragaman vegetasi dan mamalia. Indikator spesies didukung beberapa referensi, seperti *Govindaparyi et al., 2010*, menyatakan bahwa, hubungan antara spesies - lingkungan burung terbukti menjadi indikator yang baik untuk habitat riparian sungai Mediterania. *Parmar et al, 2016*, menyatakan bahwa, bioindikator keanekaragaman hayati merupakan parameter keanekaragaman hayati yang terukur, termasuk kekayaan spesies,

endemisme, parameter genetik, parameter khusus populasi, dan parameter lanskap⁽¹⁾

Lokasi pengamatan

Pengukuran dan pemantauan flora dan fauna dilakukan di 42 plot pengamatan, berukuran 20x20m. Sebagaimana gambar berikut ini:



Gambar 1. Lokasi pengamatan.

Pengukuran dan pemantauan

Pengukuran dan pemantauan flora meliputi pengukuran tinggi, diameter, dan jenis. Sedangkan pengamatan fauna menggunakan binocular bushnell trophy dan kamera trap. Untuk perhitungan populasi bakteri menggunakan metode *plate count* (TPC). *Total Plate Count* (TPC) merupakan cara penghitungan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk yang tumbuh pada media agar pada suhu dan waktu inkubasi yang ditetapkan. Prinsip dari TPC adalah menunjukkan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media agar (BSN 2008).

Alat dan bahan

Alat dan bahan meliputi phi-band, meteran (50m), parang, kompas, gps garmin 76csx, tongkat ukur, binocular bushnell trophy, micolin, pita survey, spidol permanen, gun tracker, dan kamera trap.

Waktu studi

Pengamatan dilakukan secara berkelanjutan sejak tahun 2012, 2013, dan 2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan meliputi pengamatan flora pohon dan tanaman bawah, burung, mamalia dan bakteri pada area sebelum dan sesudah penambangan.

Pengamatan flora

Berikut adalah hasil identifikasi jenis dan jumlah vegetasi untuk kawasan reklamasi pascatambang : *Aleurites moluccana* -6, *Alstonia scholaris* -9, *Aquilaria beccariana* -1, *Archidendron* sp -8, *Artocarpus heterophyllus* -1, *Cananga odorata* -2, *Carallia brachiata* -3, *Cassia siamea* -326, *Cassia sieberiana* -121, *Ceiba pentandra* -4, *Ceiba* sp -95, *Cleistanthus myrianthus* -32, *Clerodendron* sp -12, *Coelostegia* sp -1, *Cratoxylum arborescens* -8, *Cratoxylum sumatranum* -14, *Croton argyratus* -2, *Dillenia excelsa* -41, *Dillenia reticulata* -3, *Dillenia* sp -1, *Dracontomelon dao* -4, *Dryobalanops kunstleri* -1, *Dryobalanos beccariana* -1, *Duabanga moluccana* -2, *Enterolobium cyclocarpum* -281, *Euodia glabra* -2, *Ficus benjamina* -1, *Ficus dubia* -1, *Ficus obscura* -1, *Ficus semecordata* -1, *Ficus* sp -3, *Geunsia pentandra* -4, *Glochidion colospermum* -3, *Glochidion serriceum* -18, *Glochidion* sp -1, *Gmelina arborea* -20, *Heritiera* sp -2, *Hevea brasiliensis* -26, *Hibiscus* sp -20, *Hibiscus tiliaceus* -40, *Homalanthus populneus* -62, *Hopea* sp -20, *Ixora* sp -25, *Leucaena glauca* -3, *Leucosyke petiolata* -2, *Macaranga gigantea* -23, *Macaranga lowii* -12, *Macaranga* sp -2, *Macaranga trichocarpa* -70, *Macaranga triloba* -4, *Mallotus* sp -10, *Mezzetia* sp -1, *Myristica* sp -1, *Neolamarkia cadamba* -10, *Neonauclea excelsa* -2, *Palaquium beccarianum* -1, *Paraserianthes falcataria* -41, *Parashorea malaanonan* -1, *Parkia speciosa* -27, *Peronema canescens* -2, *Pongamia pinnata* -20, *Ptenandra rostrata* -4, *Pterospermum javanicum* -10, *Rhodamnia cinera* -3, *Samanea Saman* -33, *Schima walichii* -4, *Shorea balangeran* -3, *Shorea gratissima* -2, *Shorea lepidota* -1, *Shorea leprosula* -4, *Sindora leiocarpa* -1, *Sondoricum ketjapi* -2, *Swietenia mahagoni* -6, *Syzygium aqueum* -4, *Syzygium aromaticum* -2,

Syzygium polyanthum -10, *Syzygium* sp -8, *Terminalia catappa* -7, *Trema orientalis* -17, *Trema tomentosa* -1, *Vernonia arborea* -5, *Vitex pinnata* -76, *Vitex pubescens* -2.

Hasil identifikasi vegetasi bawah adalah sebagai berikut:

Alocasia longiloba, *Alocasia* sp, *Alpinia* sp, *Asplenium nidus*, *Asystasia intrusa*, *Blechnum orientale*, *Blumea riparia*, *Borassodendron borneensis*, *Caesalpinia* sp, *Calathea* sp, *Calliandra* sp, *Cardiospermum halicacabum*, *Cyatia* sp, *Cenchoeca* sp, *Clidemia hirta*, *Corimborkys veratrifolia*, *Costus speciosus*, *Cyperus* sp, *Desmos chocinensis*, *Dicranopteris linearis*, *Echinochloa colonum*, *Eltingera* sp, *Eupatorium odoratum*, *Fissisigma* sp, *Flagellaria indica*, *Flemingia* sp, *Heterogonium* sp, *Histiopteris incisa*, *Horsfieldia glabra*, *Hyptis capitata*, *Imperata cylindrica*, *Lantana camara*, *Leea indica*, *Lycopodium cernuum*, *Lygodium circinatum*, *Lygodium micropylum*, *Melastoma malabatricum*, *Merremia peltata*, *Microlepia spluncae*, *Mikania micranta*, *Millettia* sp, *Mimosa pudica*, *Mucuna* sp, *Nephrolepis falcata*, *Paspalum* sp, *Passiflora foetida*, *Piper aduncum*, *Pueparia javanica*, *Rubus moluccanus*, *Saccharum* sp, *Scirpus* sp, *Scleria purpurascens Benth*, *Selaginella* sp, *Sesbania sesban*, *Smilax modesta*, *Solanum* sp, *Solanum torvum*, *Stenochlaena palutris*, *Tetracera scandens*, *Toxocarpus* sp, *Uncaria cordata*, *Urophyllum* sp, *Zoysia matrella*, *Zoysia* sp.

Jenis pohon seluruhnya berjumlah 1,666 jenis, terdiri dari 83 jenis, jumlah tanaman meningkat $\pm 67\%$ sampai dengan 300% dari populasi awal penanaman, karena variasi pola tanam, yakni 3 x 3 m, 3 x 4 m, dan 3 x 6 m, serta pulihnya kondisi abiotik, seperti peningkatan kandungan organik tanah, terciptanya iklim mikro, pertumbuhan dan perkembangan mikroba pengurai, meningkatnya populasi burung dan mamalia sebagai *catalytic species*.

Pengamatan flora area rona awal

Pengamatan flora area sebelum penambangan menggunakan plot pengamatan berukuran 20

m x 100 m (20m x 20m berjajar 5 plot) di dua lokasi, yakni hutan alam pinang dome dan SWD2, lokasi dapat dilihat gambar 1. Berikut adalah hasil pengamatan berdasarkan jumlah dan jenis vegetasi: *Alocidion sp* – 2, *Alseodaphne bancana* – 3, *Callicarpa sp* – 2, *Camnosperma sp* – 2, *Cananga odorata* – 45, *Canarium beccarianum* – 2, *Cratoxylum sumatranum* – 10, *Croton argyratus* – 43, *Dacryodes rostrata* – 2, *Dillenia exelsa* – 18, *Dipterocarpus cornutus* – 15, *Dracontomelon dao* – 5, *Dryobalanops lanceolata* – 3, *Duabanga moluccana* – 12, *Durio graffity* – 2, *Eudia glabra* – 18, *Eusideroxylon zwageri* – 15, *Ficus albifila* – 18, *Ficus obscura* – 7, *Ficus peltata* – 2, *Ficus ribes* – 10, *Ficus superba* – 3, *Geunsia petandra* – 20, *Gironniera nervosa* – 2, *Glochidion sp* – 17, *Hertiera simplicifolia* – 13, *Hertiera sp* – 2,

Knema latricia – 15, *Knema sp* – 2, *Koordersiodendron pinnatum* – 15, *Lepisanthes sp* – 7, *Litsea sp* – 2, *Macaranga gigantea* – 78, *Macaranga tanarius* – 2, *Macaranga triloba* – 7, *Monocarpia euneura* – 2, *Nauclea officinalis* – 2, *Neolamarckia cadamba* – 7, *Oroxylum indicum* – 2, *Paranephellium sp* – 3, *Peterospermum diversifolium* – 20, *Pholyalthia ferrugenia* – 5, *Pholyalthia glauca* – 2, *Planchonia valida* – 3, *Santiria tomentosa* – 2, *Sapium macropodum* – 8, *Shorea pauciflora* – 2, *Syzygium hirtum* – 2, *Syzygium polyanthum* – 2, *Syzygium sp* – 22, *Syzygium tawahense* – 7, *Syzygium zaylanicum* – 2, *Vernonia arborea* – 15.

Secara umum hasil pengukuran dan pengamatan flora area sebelum dan sesudah penambangan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengamatan parameter vegetasi.

Item	Reklamasi	Rona Awal
Jumlah Jenis	83	53
Kerapatan (pohon/ha)	1602	1323
Indeks keragaman Shannon-Wiener	3.2	3.4
Indeks Similarity Sorensen (ISS)	25%	

Hasil pengukuran menunjukkan status kestabilan ekosistem area sebelum dan sesudah penambangan pada tingkatan yang sama, yakni status bagus pada nilai 3.2 dan 3.4. Sebagai pertanda kualitas ekosistem area setelah penambangan mendekati kualitas ekosistem area sesudah penambangan. Nilai indeks menunjukkan kemampuan ekosistem memperbaiki diri untuk kembali ke keadaan seimbang dan atau tidak mengalami perubahan besar ketika mengalami gangguan yang mengancam keberadaannya. Sehingga dapat diartikan kemampuan ekosistem area setelah penambangan sebagai ekosistem penyangga kehidupan mendekati ekosistem sebelum penambangan. Walaupun jenis vegetasi penyusun area setelah penambangan telah berubah 75% dari jenis area sebelum panambangan.

Keanekaragaman hayati fauna

Pengukuran dan pengamatan fauna. meliputi pengamatan burung dan mamalia.

Pengamatan burung

Pengamatan burung dilakukan di area reklamasi pascatambang dan rona awal. Rona awal, meliputi area hutan yang belum terganggu, perkantoran, *workshop*, perumahan, dan sepanjang jalur hauling. Pengamatan burung dilakukan secara langsung dan tidak langsung, berikut adalah hasil pengamatan burung di area rona awal : *Elanus caeruleus* (Elang tikus), *Pelargopsis capensis* (Pekaka emas), *Anhinga melanogaster* (Pecuk-ular Asia), *Anthracoceros malayanus* (Kangkareng hitam), *Ducula aenea* (Pergam hijau), *Geopelia striata* (Perkutut), *Streptopelia chinensis* (Tekukur biasa), *Treron vernans* (Punai gading), *Cacomantis sepulcralis* (Wiwik uncuing), *Centropus bengalensis* (Bubut alang-alang), *Cuculus sp* (Kangkok ranting/india), *Dicaeum trigonostigma* (Cabai bunga-api), *Lonchura fuscans* (Bondol Kalimantan coklat), *Microhierax fringillarius* (Alap-alap capung), *Hirundo tahitica* (Layang-

layang batu), *Merops viridis* (Kirik-kirik biru), *Aethopyga siparaja* (Burung-madu sepah-raja), *Chalcoparia malacensis* (Burung-madu kelapa), *Cinnyris jugularis* (Burung-madu sriganti), *Passer montanus* (Burung-gereja Erasia), *Pycnonotus aurigaster* (Cucak kutilang), *Pycnonotus goiavier* (Merbah cerukcuk), *Pycnonotus plumosus* (Merbah Belukar), *Rhipidura javanica* (Kipasan belang), *Aplonis panayensis* (Perling kumbang), *Acridotheres javanicus* (Kerak kerbau), *Gerygone sulphurea* (Remetuk laut), *Orthotomus ruficeps* (Cinenen kelabu), *Macronous gularis borneensis* (Ciung-air coreng), *Copsychus saularis* (Kucica kampung).

Sedangkan hasil pemantauan jenis dan jumlah burung area reklamasi adalah sebagai berikut: *Acridotheres javanicus* -96, *Actitis hypoleucos* -1, *Aegithina tiphia* -14, *Aethopyga siparaja* -9, *Alcedo meninting* -2, *Amaurornis phoenicurus* -4, *Anhinga melanogaster* -1, *Anthreptes singalensis* -1, *Aplonis panayensis* -20, *Artamus leucorhynchus* -5, *Cacomantis merulinus* -11, *Cacomantis sepulcralis* -4, *Cacomantis sonneratii* -3, *Centropus bengalensis* -1, *Chalcoparia malacensis* -7, *Chalcophaps indica* -3, *Cinnyris jugularis* -2, *Collocalia esculenta* -69, *Copsychus saularis* -11, *Corvus enca* -3, *Cyanoptila cyanomelana* -1, *Cymbirhynchus macrorhynchus* -2, *Dicaeum cruentatum* -2, *Dicaeum trigonostigma* -7, *Dicrurus paradiseus* -1, *Ficedula dumetoria* -3, *Geopelia striata* -5, *Gerygone sulphurea* -9, *Gracula religiosa* -1, *Haliastur Indus* -1, *Hemipus hirundinaceus* -3, *Hirundo tahitica* -6, *Ictinaetus malayensis* -1, *Lanius schach* -5, *Macronous gularis borneensis* -36, *Malacocincla malaccensis* -2, *Malacocincla sepiaria* -3, *Merops viridis* -2, *Orthotomus ruficeps* -16, *Orthotomus sericeus* -6, *Passer montanus* -13, *Phaenicophaeus curvirostris* -9, *Picoides molluccensis* -5, *Picus puniceus* -1, *Prinia flaviventris* -7, *Pycnonotus atriceps* -3, *Pycnonotus aurigaster* -65, *Pycnonotus goiavier* -36, *Pycnonotus plumosus* -3, *Pycnonotus simplex* -2, *Rhipidura javanica* -11, *Spizaetus cirrhatous* -1, *Streptopelia chinensis* -21, *Treron vernans* -2.

Hasil pemantauan menunjukkan pada area setelah penambangan dihuni lebih banyak burung. Sebanyak 54 jenis burung ditemui pada area reklamasi dan hanya 31 jenis yang

ditemui pada area sebelum penambangan. Pengukuran parameter keanekaragaman jenis burung area reklamasi menunjukkan status bagus, bernilai 3.3 bit / individu. Dari 54 jenis burung, sebanyak 10 jenis carnivora, 6 jenis fishivora, 35 insektivora, 15 frugivora, 5 granivora, 4 nectarivora. Hal ini, dikarenakan:

Pakan

Area reklamasi menyediakan pakan melimpah, diantaranya jenis herpetofauna, serangga, ikan, kadal, kupu-kupu, capung, buah-buahan, biji-bijian, dan bunga-bungan, sehingga kehadiran burung lebih banyak. Jumlah jenis herpetofauna area reklamasi tercatat sebanyak 19 jenis dari 10 family, kupu-kupu sebanyak 31 jenis, capung sebanyak 28 jenis, dan 83 jenis pohon (Ecositrop 2018).

Air

Pemantauan dan perawatan kolam secara reguler setiap hari pada area reklamasi, menjamin kualitas air permukaan tersedia dan aman dikonsumsi hewan. Indikatornya adalah kehadiran herpetofauna, capung dan kupu-kupu. Kehadiran jenis tersebut berkaitan dengan jumlah kehadiran burung, yang secara siklus rantai makanan, merupakan pakan alami burung.

Keamanan

Area reklamasi adalah tempat yang aman bagi jenis burung, setidaknya dari aktivitas perburuan satwa, karena area reklamasi merupakan area terbatas, selain karyawan dan tamu tidak diperkenankan berada di area tersebut. Mendukung pertumbuhan dan perkembangan burung.

Ruang

Luasan area reklamasi terus meningkat setiap tahunnya, sehingga menyediakan ruang, untuk berbagai aktivitas, seperti perlindungan dari predator, cuaca, membuat sarang dan mencari makan.

Pengamatan mamalia

Lokasi pengamatan mamalia rona awal dilakukan di pinang dome dan SDWD2, sedangkan untuk area reklamasi berlokasi di Pit Hatari AB, Pit inul east (taman payau), Bendili (mentari), Pit Hatari AB (lama), Bendili (gajah hitam), pelikan, Bendili (D2), Bendili (D4), Pit A (SDWD2) dan Pit A (NWD1). Berikut adalah jumlah kehadiran mamalia di area reklamasi dan rona awal:

Tabel 2. Jumlah kehadiran mamalia

No	Reklamasi	Rona Awal
1	<i>Callosciurus notatus</i>	<i>Callosciurus motatus</i>
2	<i>Dendrogale melanura</i>	<i>Diplogale derbyanus</i>
3	<i>Helarctos malayanus</i>	<i>Helarctos malayanus</i>
4	<i>Herpestes brachyurus</i>	<i>Hystrix brachyura</i>
5	<i>Hylobates muelleri</i>	<i>Macaca nemestrina</i>
6	<i>Hystrix brachyura</i>	<i>Muntiacus muntjak</i>
7	<i>Macaca fascicularis</i>	<i>Paguma larvata</i>
8	<i>Macaca nemestrina</i>	<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>
9	<i>Manis javanica</i>	<i>Pongo pygmaeus</i>
10	<i>Mastes flavigula</i>	<i>Prionailurus bengalensis</i>
11	<i>Muntiacus muntjac</i>	<i>Rattus sp</i>
12	<i>Paguma larvata</i>	<i>Rusa unicolor</i>
13	<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	<i>Sus barbatus</i>
14	<i>Pardofelis marmorata</i>	<i>Tragulus napu</i>
15	<i>Pongo pygmaeus morio</i>	<i>Viverra zangalla</i>
16	<i>Prionailurus bengalensis</i>	
17	<i>Rattus sp</i>	
18	<i>Rusa unicolor</i>	
19	<i>Sundasciurus tenuis</i>	
20	<i>Sus barbatus</i>	
21	<i>Tragulus napu</i>	
22	<i>Tupaia minor</i>	
23	<i>Tupaia picta</i>	
24	<i>Viverra zangalla</i>	

Hasil pemantauan menunjukkan jumlah mamalia lebih banyak ditemui di area reklamasi dari pada area rona awal. Kehadiran mamalia pada area reklamasi tidak terlepas dari empat hal, yakni ketersediaan pakan, tempat perlindungan, ketersediaan air, dan ketersediaan ruang. Sebagaimana, menurut (Alikodra 2002), bahwa pakan, pelindung (*cover*), air, dan ruang adalah komponen habitat. Semakin baik habitat suatu ekosistem, maka semakin beragam penghuninya.

Dari 24 jenis mamalia penghuni area reklamasi, terdapat 7 omnivora, 14 frugivora, 4 granivora, 3 insektivora, 5 carnivora, dan 6 herbivora. Hal ini, menegaskan bahwa siklus rantai makanan area reklamasi telah lengkap, proses suksesi area reklamasi menuju rona awal berjalan dengan baik. Ekosistem reklamasi merupakan sumber pakan bagi mamalia jenis omnivora, granivora,

insektivora, carnivora, frugivora dan herbivora. Ekosistem reklamasi mendukung aktivitas mamalia, seperti minum, berkubang, bersarang, berlindung dari predator, berlindung dari cuaca, dan bereproduksi dengan aman.

Kelimpahan jenis dan populasi bakteri penambat fosfat dan nitrogen

Pengukuran populasi bakteri dilakukan 27 titik area reklamasi dan 2 lokasi pada rona awal. Salah satu bakteri yang penting adalah bakteri pelarut fosfat (BPF) yang berperan dalam melarutkan fosfat organik dan anorganik menjadi fosfat terlarut sehingga dapat digunakan/diserap oleh akar tanaman dan mikroba tanah lainnya (Rao 1982). BPF juga dapat memacu pertumbuhan tanaman (Widawati dkk., 2001). Studi ini, menggunakan populasi BPF area natural sebagai acuan, untuk menentukan kesehatan ekosistem reklamasi pascatambang.

Bakteri pelarut fosfat

Tabel 3. Populasi bakteri penambat fosfat

No	Lokasi	Sampel	CFU/mL
1	Htn1/Inul Bilak mata	Htn 1	0
2	Htn2/Kedapat	Htn 2	0
3	KPC1/96/Bendili-A	1	9,8 x 10 ⁶
4	KPC2/98/Bendili P-TP	2	0
5	KPC3/03/Bendili-HL	3	1 x 10 ⁵
6	KPC4/04/Pama	4	1,9 x 10 ⁶
7	KPC5/05/Pama	5	1 x 10 ⁵
8	KPC6/06/Taman Payau	6	0
9	KPC7/07/Bendili-TPS	7	1 x 10 ⁵
10	KPC8/08/Bendili P	8	0
11	KPC9/09/Thiess Belut	9	1 x 10 ⁵
12	KPC10/10/Inul	10	1 x 10 ⁶
13	KPC11/11/Mustahil	11	3 x 10 ⁵
14	KPC12/12/Ledon	12	0
15	KPC13/13/Bendili	13	0
16	KPC14/14/ Bendili Karet	14	0
17	KPC15/15/Inul K West	15	0
18	KPC16/16/Bendili	16	1 x 10 ⁵
19	KPC17/17/Kutu Kambing	17	2 x 10 ⁵
20	KPC18/18/Bilak Mata	18	1 x 10 ⁵
21	KPC19/15/Pelikan	19	0
22	KPC20/13/Peri	20	0
23	KPC21/17/Beruang	21	0
24	KPC22/12/Kanguru Dump	22	1,4 x 10 ⁶
25	KPC23/17/Kanguru	23	0
26	KPC24/08/Repiter	24	1 x 10 ⁵
27	KPC25/18/South Pinang	25	0
28	KPC26/17/South Pinang	26	0
29	KPC27/2013/ South Tepian Kancil	27	0
30	SS1/MukaLereng/Peri	SS 1	0
31	SS2/ >5 meter/Peri	SS 2	0

Hasil pengamatan menunjukkan Populasi BPF area natural sangat minim, yakni 0 populasi. Hal ini, dipengaruhi: 1) Ketinggian area, pH tanah, vegetasi dan habitat mikroba (rhizosfer dan lantai hutan) adalah faktor penghambat bagi pertumbuhan populasi BPF (Widiawati S, 2005). pH area rona awal pada studi ini, tergolong masam, yakni 4.2 sampai 4.5 sehingga menjadi faktor penghambat

pertumbuhan populasi BPF. 2) siklus hara berlangsung lebih cepat pada struktur dan komposisi jenis legume area reklamasi. Pada sebagian lokasi reklamasi kondisi masih sama dengan rona awal, disebabkan umur reklamasi relatif muda, sehingga siklus hara dan iklim mikro masih minim, serta populasi BPF rona awal sebagai bahan baku rendah.

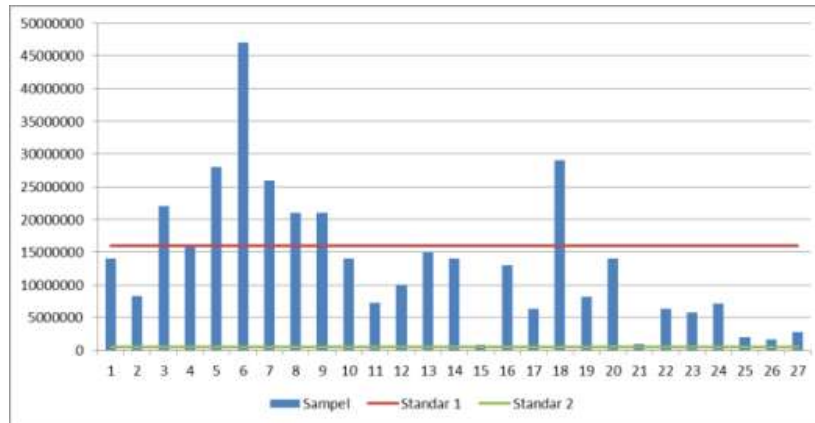
Bakteri penambat nitrogen

Tabel 4. Populasi bakteri panambar nitrogen

No	Lokasi	Sampel	CFU/mL
1	Htn1/Inul Bilak mata	Htn 1	$1,6 \times 10^7$
2	Htn2/Kedapat	Htn 2	2×10^5
3	KPC1/96/Bendili-A	1	$1,4 \times 10^7$
4	KPC2/98/Bendili P-TP	2	$8,3 \times 10^6$
5	KPC3/03/Bendili-HL	3	$2,2 \times 10^7$
6	KPC4/04/Pama	4	$1,6 \times 10^7$
7	KPC5/05/Pama	5	$2,8 \times 10^7$
8	KPC6/06/Taman Payau	6	$4,7 \times 10^7$
9	KPC7/07/Bendili-TPS	7	$2,6 \times 10^7$
10	KPC8/08/Bendili P	8	$2,1 \times 10^7$
11	KPC9/09/Thiess Belut	9	$2,1 \times 10^7$
12	KPC10/10/Inul	10	$1,4 \times 10^7$
13	KPC11/11/Mustahil	11	$7,3 \times 10^6$
14	KPC12/12/Ledon	12	1×10^7
15	KPC13/13/Bendili	13	$1,5 \times 10^7$
16	KPC14/14/ Bendili Karet	14	$1,4 \times 10^7$
17	KPC15/15/Inul K West	15	8×10^5
18	KPC16/16/Bendili	16	$1,3 \times 10^7$
19	KPC17/17/Kutu Kambing	17	$6,3 \times 10^6$
20	KPC18/18/Bilak Mata	18	$2,9 \times 10^7$
21	KPC19/15/Pelikan	19	$8,2 \times 10^6$
22	KPC20/13/Peri	20	$1,4 \times 10^7$
23	KPC21/17/Beruang	21	1×10^6
24	KPC22/12/Kanguru Dump	22	$6,3 \times 10^6$
25	KPC23/17/Kanguru	23	$5,8 \times 10^6$
26	KPC24/08/Repiter	24	$7,2 \times 10^6$
27	KPC25/18/South Pinang	25	2×10^6
28	KPC26/17/South Pinang	26	$1,6 \times 10^6$
29	KPC27/2013/ South Tepian Kancil	27	$2,9 \times 10^6$

Hasil pengamatan menunjukkan dari 27 sampel tanah area reklamasi, seluruhnya memiliki populasi bakteri penambat nitrogen (BPN) yang lebih besar dari pada populasi rona awal

berdasarkan acuan lokasi hutan kedapat. Sedangkan berdasarkan lokasi hutan inul bilakmata, sebesar 30% lokasi berpopulasi melebihi rona awal, sebagaimana gambar 2.



Gambar 2. Populasi bakteri penambat nitrogen

Populasi BPN area sebelum penambangan berpengaruh terhadap populasi BPN area setelah penambangan. Area reklamasi Bilakmata cenderung memiliki populasi BPN lebih besar, yakni $2,9 \times 10^7$ cfu/ml, karena sumbernya berasal dari rona awal yang berpopulasi besar, yakni $1,6 \times 10^7$ cfu/ml. Secara umum populasi BPN area reklamasi cenderung lebih besar dari rona awal, peningkatan ini disebabkan struktur dan

komposisi jenis vegetasi area reklamasi didominasi jenis *legume*. Jenis *legume* memiliki kemampuan untuk memperoleh N dari udara (dengan bantuan bakteri rhizobia) dan mengubahnya menjadi protein (Howieson dan Dilworth, 2016). Rhizobia merupakan salah satu jenis bakteri penambat N yang bersimbiosis dengan akar legum membentuk bintil akar.

Penilaian

Hasil pengukuran dan pengamatan keseluruhan, sebagaimana tabel berikut ini:

Tabel 5. Penilaian indikator keberhasilan

Indikator	Varabel	Reklamasi	Rona awal	Nilai
Indeks shannon	Flora	3.2	3.4	=
	Burung	3.3	NT	
Kehadiran	Flora	83 jenis	53 jenis	>
		1602 phn/ha	1323 phn/ha	
	Burung	54 jenis	31 jenis	>
	Mamalia	24 jenis	15 jenis	>
Microba	Populasi BPF	0.06×10^7 cfu/ml	0 cfu/ml	>
	Populasi BPN	1.33×10^7 cfu/ml	0.82×10^7 cfu/ml	>

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan pada parameter keanekaragaman hayati yang terukur, seperti kekayaan jenis dan kehadiran jenis. Area reklamasi cenderung memiliki kehadiran fauna yang lebih banyak.

ekosistem penyangga kehidupan dibandingkan ekosistem reklamasi pascatambang”. Secara mutlak kurang tepat, berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan ini, pada area reklamasi justru lebih banyak dijumpai kehadiran burung dan mamalia.

KESIMPULAN

1. Jawaban atas hipotesis bahwa “ekosistem rona awal lebih mampu berperan sebagai

2. Ekosistem area reklamasi mampu berperan sebagai ekosistem penyangga kehidupan,

hal ini, dibuktikan dengan kehadiran fauna area reklamasi cenderung lebih banyak ditemui dari area rona awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamus, P.R. and Brandt, K. 1990. *Impacts on Quality of Inland Wetlands of the United States: A Survey of Indicators, Techniques, and Applications of Community Level Biomonitoring Data*. EPA/600/3-90/073. U.S. EPA Environmental Research Laboratory, Corvallis, Oregon. 406 pp.
- Alikodra, H. S. 2002. *Pengelolaan Satwa Liar*. Jilid 1. Bogor: Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB.
- Alikodra HS. 2010. *Teknik Pengelolaan Satwa Liar Dalam Rangka Mempertahankan Keanekaragaman Hayati Indonesia*. Bogor (ID): IPB Pr.
- BSN. 2008. *SNI 2897:2008 tentang Metode Pengujian Cemar Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, serta Hasil Olahannya*. [Internet] [Diunduh pada 23 April 2018] [Tersedia dalam https://www.academia.edu/24184332/SNI_2897_2008].
- Capenberg HAW. 2011. Kelimpahan dan Keanekaragaman Megabentos di Perairan Teluk Ambon. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*.
- Ecositrop., KPC. 2018: laporan Monitoring Keanekaragaman Hayati pada Kawasan Rehabilitasi dan Revegetasi Pascatambang KPC. Sangatta.
- Garsetiasih, R. 2006. *Kajian Kelayakan Penangkaran Rusa di Baturraden*. Laporan Tahunan 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Govindaparyi, H., Leleeka, M. Nivedita, M. & Uniyal, P. L. (2010). Bryophytes: Indicators and monitoring agents of pollution. *NeBIO*, 1(1), 35-41.c.
- Howieson, J. G. and M. J. Dilworth. 2016. *Working with Rhizobia*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Jorgensen, E., Costanza, R., Fu-Liu Xu., (2005): *Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health*, Taylor & Francis, Florida, USA.
- Mckenzie, H. D., Hyatt, E. D., McDonald, J. V., (1992): *Ecological Indicators Volume 1*, Elsevier Science Publishers Ltd, Florida, USA.
- Niningsih L. 2017: *Adaptasi Perilaku Orangutan (Pongo Pygmaeus Morio) di Kawasan Pertambangan Batubara di Kalimantan Timur*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Parmar, T. K., Rawtani, D. & Agrawal, Y. K. (2016) Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution, *Frontiers in Life Science*, 9(2), 110-118, DOI: 10.1080/21553769.2016.1162753.
- Rao, N.S.S. 1982. *Advances in Agricultural Microbiology*. Bombay: Oxford and IBH Publishing Co.
- Widawati, S., Suliasih, dan A. Kanti. 2001. Pengaruh isolat BPF efektif dan dosis pupuk fosfat terhadap pertumbuhan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Prosiding Seminar Nasional Biologi XVI*. Volume 2. PBI cabang Bandung dan ITB. Bandung, 26-27 Juli 2001.

