



PERAN PENTING KEANEKARAGAMAN FAUNA TERHADAP KUALITAS LINGKUNGAN DI AREA KERJA PT. PERTAMINA (PERSERO) MOR IV FUEL TERMINAL BOYOLALI

Oleh

Rully Rahadian¹, Sunarno², Sri Widodo Agung Suedy³, Fendy E. Wahyudi⁴, Satwika Paramasatya⁵, Amni Z. Rahman⁶ & Widiartanto⁷

^{1,2,3}Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro;

^{4,5}Departemen Hubungan Internasional Universitas Diponegoro

⁶Departemen Administrasi Publik Universitas Diponegoro

⁷Departemen Administrasi Bisnis Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang 50275, telp/fax: (024) 70799494

Email: ¹rrahadian@gmail.com, ²sunzen07@gmail.com, ³agung.suedy@gmail.com,

⁴fewahyudi@lecturer.undip.ac.id, ⁵satwikaparamasatya@lecturer.undip.ac.id

⁶amnirahman@lecturer.undip.ac.id & ⁷widiartanto@live.undip.ac.id

Abstrak

Jumlah spesies dan kelimpahan relatif individu fauna pada komunitas mempunyai peran penting terhadap kestabilan ekosistem dan kualitas lingkungan. Nilai indeks keanekaragaman fauna berkaitan dengan kualitas lingkungan pada komunitas. PT. Pertamina (Persero) MOR IV Fuel Terminal Boyolali (FTB) dengan aktivitas penerimaan, penimbunan dan penyaluran bahan bakar minyak memiliki tanggung jawab untuk melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap kualitas lingkungan yang menjadi kawasan operasionalnya. Atas dasar fakta tersebut dilakukan penelitian tentang pemantauan dan evaluasi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai indeks keanekaragaman fauna pada area yang dikelola oleh perusahaan. Ada 3 lokasi yang dimonitoring, yaitu area hijau FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopetro, yang memiliki luas 3,36, 4, dan 0,16 ha. Fauna yang dimonitoring, meliputi mamalia, avifauna, herpetofauna, dan insekta. Hasil monitoring di 3 lokasi didapatkan 111 jenis fauna, dengan jumlah jenis pada tiap lokasi berkisar 49-67 jenis. Di area FTB ada 67 jenis, DAS Kalipepe 49 jenis, dan Hutan Wonopetro 52 jenis. Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') dari ketiga lokasi dan (H') total, berturut-turut 2,364; 3,027; 2,686; dan 3,099. Nilai indeks keanekaragaman fauna ini termasuk ke dalam kategori sedang, yang berarti aktivitas yang dilakukan oleh PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB cukup berpengaruh terhadap kestabilan ekosistem dan kualitas lingkungan pada area yang dikelola.

Kata Kunci: Cadangan Karbon, Serapan Karbondioksida, Nekromassa Pohon, Nekromassa Non Pohon, Karbon Tanah & Tumbuhan Penutup Tanah

PENDAHULUAN

Monitoring kualitas lingkungan hidup yang dilakukan oleh suatu lembaga, badan usaha, atau unit kerja dalam bidang pengembangan atau industri merupakan implementasi dan aksi nyata dari institusi tersebut sebagai wujud kepedulian terhadap kualitas lingkungan tempat institusi tersebut melakukan kegiatan operasi. Kepedulian terhadap lingkungan harus terimplementasi

dalam bentuk pengelolaan suatu kawasan yang memiliki potensi ekonomi dan ekologis.

Logika yang dibangun dalam praktek bisnis sebuah perusahaan termasuk perusahaan yang bergerak di bidang ekstraktif beserta turunannya menghendaki penerapan pembangunan berkelanjutan. Terlebih lagi, dalam konteks Mondial globalisasi, tuntutan tinggi kontribusi dan peran aktif sector usaha untuk ikut menyukseskan agenda *sustainable development goals* (SDGs) menjadi salah satu



indicator penting bagi kinerja perusahaan selain mengejar *profit* atau keuntungan. Dengan diadopsinya “The 2030 Agenda for Sustainable Development SDGs” oleh seluruh negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa pada tahun 2015, maka seluruh aktor *sub nation* di Indonesia juga diharapkan ikut *comply* atau patuh untuk menyukseskan agenda SDGs tersebut.

Tulisan ini hendak membahas bagaimana kegiatan *corporate social responsibility* sebuah perusahaan yang bergerak di bidang ekstraktif, ternyata ikut mampu menopang ketercapaian The 2030 Agenda for Sustainable Development SDGs, terutama target nomor 15 perihal *life on land*.

Secara substansi, monitoring kualitas lingkungan merupakan tahapan kegiatan dalam rangka pelaksanaan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Hal ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 1999 yang menjelaskan tentang analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL). Monitoring kualitas lingkungan mutlak menjadi kewajiban dan tanggung jawab pemilik lembaga, usaha, dan unit kegiatan. Demikian juga dengan PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup) yang dilaksanakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, mengacu kepada konsep dasar pembangunan berkelanjutan. Menyadari bahwa pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan hidup tidak terpisahkan, oleh karena itu kualitas kehidupan sekarang dan masa depan harus dapat mendukung pemenuhan kebutuhan dasar manusia sehingga dapat terwujud masyarakat yang memiliki kesadaran menjaga dan mempertahankan keseimbangan lingkungan tanpa melakukan perusakan. Lingkungan penting untuk dikelola dan dijaga kelestariannya, karena lingkungan menjadi tempat bergantung semua makhluk hidup, khususnya fauna.

Salah satu aspek penting dalam penilaian PROPER adalah perlindungan dan konservasi keanekaragaman fauna. Guna memenuhi

kinerja di bidang lingkungan tersebut, maka PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB berkomitmen untuk terus melakukan pemantauan terhadap kualitas lingkungan. Guna mencapai kualifikasi kualitas lingkungan tersebut diperlukan *database* pendukung diantaranya berupa keanekaragaman fauna di area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro. Hasil pemantauan diharapkan dapat digunakan untuk menggambarkan kualitas keanekaragaman fauna, sekaligus mencari masukan untuk meningkatkan kualitas sumberdaya fauna yang mendukung perbaikan kualitas lingkungan, khususnya aspek perlindungan dan konservasi.

PT. Pertamina (Persero) Marketing Operation Region IV Fuel Terminal Boyolali adalah perusahaan BUMN yang memiliki aktivitas memasarkan produk dan memberi layanan penyediaan serta pendistribusian bahan bakar minyak di pasar domestik, yaitu di sebagian wilayah provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur. Aktivitas perusahaan ini selain memiliki orientasi internal juga memberi perhatian penuh terhadap upaya pengelolaan lingkungan dan komponen pendukungnya dengan melibatkan *stakeholders* untuk pengembangan dan pemberdayaan masyarakat.

Pemantauan kualitas lingkungan di area kerja PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB secara rutin telah dilaksanakan sebagai bukti nyata perwujudan peran perusahaan dalam pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan di wilayah kabupaten Boyolali. Pemantauan terhadap fauna secara periodik dilakukan pada area hijau FTB seluas 3,36 ha dan DAS Kalipepe dengan luas 4 ha, dan Hutan Wonopotro dengan luas 0,16 ha. Pemantauan keanekaragaman fauna, antara lain mamalia, avifauna (aves), herpetofauna (reptil dan amfibi), dan insekta. Kegiatan tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan informasi tentang keanekaragaman fauna di lokasi tersebut dan seberapa besar pengaruh dari kegiatan PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB terhadap kestabilan habitat, keseimbangan ekosistem, dan kualitas lingkungan. Indeks

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>



keanekaragaman fauna hasil pemantauan menjadi bahan evaluasi dalam merencanakan program-program yang berorientasi pada peningkatan kualitas lingkungan.

PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB telah memiliki agenda strategis tentang konservasi alam dan perlindungan keanekaragaman fauna mengacu pada hasil monitoring keanekaragaman fauna yang sudah diperoleh dari dahulu, sekarang, maupun yang akan datang, baik di dalam lokasi kegiatan maupun di luar lokasi kegiatan. Konservasi untuk fauna yang telah dilakukan digunakan sebagai evaluasi kualitas lingkungan mengacu pada Keputusan Presiden Indonesia No. 4 tahun 1993 dan PP RI No. 7 tahun 1999 tentang fauna yang direkomendasikan oleh pemerintah.

Fauna adalah hewan yang digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan. Keberadaan fauna di lingkungan mempunyai peran yang sangat penting. Selain dapat menjadi indikator penting untuk menentukan kualitas habitat dan keseimbangan ekosistem, keberadaan fauna dapat digunakan untuk memantau dinamika perubahan lingkungan karena aktivitas kegiatan usaha atau pembangunan. Hubungan antara fauna dengan lingkungan hidup adalah sirkuler. Perubahan pada keanekaragaman fauna akan mempengaruhi lingkungan, sebaliknya perubahan kualitas lingkungan akan memberi pengaruh pada kehadiran fauna di dalam lingkungan tersebut. Pengaruh terhadap suatu unsur dalam lingkungan akan merambat pada unsur lainnya. Fauna hidup dari unsur-unsur yang ada dalam lingkungan hidupnya. Oleh sebab itu, keberadaan fauna adalah bagian integral lingkungan hidupnya yang tidak dapat terpisahkan. Lingkungan yang berubah akan mempengaruhi perilaku fauna, populasi, distribusi, dan kelangsungan hidupnya.

Mengacu pada keanekaragaman dan peran penting fauna tersebut dan kaitannya dengan kegiatan yang dilakukan oleh PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB, perusahaan ini melakukan penelitian pemantauan dan evaluasi terhadap program kerja Kehati yang

sudah dilakukan dan melakukan evaluasi untuk mendapatkan gambaran nilai indeks keanekaragaman fauna di area kerja yang dikelola. Hal ini dilakukan sebagai bentuk komitmen terhadap pelaksanaan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan.

LANDASAN TEORI

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') merupakan hubungan antara jumlah spesies dengan kelimpahan relatif individu pada suatu komunitas. Semakin banyak jumlah dan kelimpahan jenis fauna pada suatu komunitas akan diikuti keanekaragaman fauna yang semakin tinggi dan komunitas yang semakin stabil [1]. Nilai indeks keanekaragaman (H') yang tinggi maka kestabilan suatu ekosistem akan semakin tinggi, sebaliknya nilai (H') yang sedang atau rendah menunjukkan tingkat kestabilan ekosistem yang rendah atau menurun [2]. Nilai indeks keanekaragaman fauna sangat berkaitan dengan kondisi lingkungan dari komunitas hewan tersebut. Indeks keanekaragaman fauna pada ekosistem yang secara fisik dikendalikan oleh aktivitas manusia memiliki nilai yang cenderung sedang atau rendah, sedangkan pada ekosistem alami indeks keanekaragaman fauna memiliki nilai yang cenderung tinggi. Indeks keanekaragaman fauna dapat dihitung dengan indeks Shannon- Wiener (H'), sehingga indeks keanekaragaman Shannon- Wiener banyak digunakan dan dipercaya ketepatannya.

Keanekaragaman Spesies Fauna

Keanekaragaman spesies fauna merupakan salah satu bentuk keanekaragaman hayati (biological-diversity atau biodiversity) yang memiliki keanekaragaman genetik dan keanekaragaman ekosistem [3]. Keanekaragaman jenis fauna didefinisikan sebagai jumlah jenis fauna beserta kelimpahannya masing-masing disuatu area. Faktor yang mempengaruhi nilai keanekaragaman jenis (H') adalah kondisi lingkungan, jumlah jenis dan sebaran individu pada masing-masing jenis. Keanekaragaman



spesies fauna meliputi semua spesies fauna yang hidup pada suatu habitat dan komunitas tertentu [4]. Setiap spesies fauna memiliki keanekaragaman genetik, yaitu variasi genetik dalam satu spesies, baik di antara populasi-populasi yang terpisah secara geografis, maupun di antara individu-individu dalam satu populasi [5]. Keanekaragaman hayati (biodiversity), seperti keanekaragaman fauna merupakan dasar dari munculnya beragam jasa ekosistem (ecosystem services), baik dalam bentuk barang atau produk maupun dalam bentuk jasa lingkungan yang sangat diperlukan oleh perikehidupan makhluk hidup, khususnya manusia [6].

Kemelimpahan Jenis Fauna

Fauna adalah jenis satwa yang hidup di alam dan mempunyai peranan penting dalam menjaga kelestarian lingkungan. Fauna memiliki kemampuan hidup di hampir semua tipe tempat hidup dan mempunyai kemampuan untuk berpindah dan kemampuan beradaptasi terhadap berbagai tipe tempat hidup yang luas. Lingkungan yang dianggap sesuai sebagai tempat hidup bagi fauna akan menyediakan pakan, tempat berlindung maupun tempat berbiak. Setiap jenis fauna mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungannya. Beberapa faktor tersebut memberi kontribusi pada kelimpahan jenis fauna pada suatu habitat dan komunitas [7].

Kelimpahan jenis fauna merupakan total jumlah individu fauna di suatu lokasi. Perhitungan spesies dari jumlah fauna yang ada dengan melihat nilai kelimpahan tiap-tiap spesies berdasarkan rumus [8]. Berdasarkan jumlah kehadiran jenis fauna yang ditemukan di suatu lokasi dapat ditentukan kategori kelimpahan menjadi lima kelas, yang meliputi dominan jika > 8 ; melimpah jika antara 2,1 – 8, sering antara 1,1 – 2, sesekali antara 0,1 - 1, dan jarang jika nilai $< 0,1$.

Fauna Mamalia

Mamalia merupakan salah satu kelas dari hewan vertebrata dengan ciri seperti adanya rambut dan kelenjar susu. Hewan mamalia tersebar hampir di seluruh dunia dan

menempati tipe habitat yang beragam. Pada umumnya, mamalia merupakan hewan bertulang belakang dan memiliki ciri-ciri seperti bernapas dengan paru-paru, berdarah panas, dan memiliki sistem pencernaan yang lengkap. Di dunia, hewan mamalia terdiri dari 19 ordo, 122 famili, 1017 genus dengan jumlah jenis kurang lebih 12.000. Hal ini menunjukkan bahwa kekayaan mamalia, jenisnya cukup beragam. Di Indonesia ada 515 jenis mamalia, 12% dari jenis mamalia yang ada di dunia [9].

Fauna Aves (Avifauna)

Avifauna (burung) adalah kelompok hewan bertulang belakang (vertebrata) yang unik, karena sebagian besar avifauna merupakan binatang yang beradaptasi dengan kehidupan secara sempurna. Ciri khas utama dari avifauna adalah tubuhnya ditutupi oleh bulu. Avifauna merupakan hewan berdarah panas sama seperti mamalia dan berkembang biak dengan ovipar atau bertelur [10]. Sebagian mereka hidup menetap, dan ada juga yang hidup berpindah tempat (migrasi). Avifauna adalah komponen ekosistem yang memiliki peranan penting dalam mendukung berlangsungnya suatu siklus kehidupan makhluk hidup. Keadaan ini dapat dilihat dari rantai makanan dan jaring-jaring kehidupan yang membentuk sistem kehidupannya dengan komponen ekosistem lainnya seperti tumbuhan dan serangga. Avifauna memiliki manfaat ekologis, yaitu membantu penyerbukan bunga, pemakan hama (burung pemakan serangga atau tikus) dan penyangga ekosistem, terutama jenis burung pemangsa [11].

Fauna Reptil dan Amfibi (Herpetofauna)

Herpetofauna merupakan kelompok hewan melata, anggota dari kelompok ini adalah amfibi dan reptil. Amfibi dan reptil merupakan hewan ektoterm atau poikiloterm [12]. Secara ekologi, herpetofauna mempunyai peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, karena sebagian besar herpetofauna berperan sebagai predator pada tingkatan rantai makanan di suatu ekosistem. Amfibi dan reptil dapat ditemukan hampir di semua tipe habitat, dari hutan ke gurun sampai padang rumput

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>



.....
tetapi beberapa jenis amfibi atau reptil hanya dapat ditemukan pada tipe habitat spesifik tertentu sehingga baik dijadikan sebagai indikator terjadinya perubahan lingkungan.

Fauna Insekta

Insekta adalah arthropoda dengan tubuh terdiri atas kepala (caput), dada (thoraks) dan perut (abdomen), terdiri dari tiga pasang kaki yang terhubung ke thoraks, memiliki antena, dan satu atau dua pasang sayap. Fauna insekta memiliki eksoskeleton dari bahan kitin dan mata majemuk. Jumlah spesies yang masih ada diperkirakan antara 6-10 juta dan berpotensi mewakili lebih dari 90% bentuk kehidupan hewan yang berbeda-beda di bumi. Insekta dapat ditemukan di hampir semua lingkungan, meskipun hanya sejumlah kecil yang hidup di lautan, suatu habitat yang didominasi oleh kelompok arthropoda lain, yaitu krustasea. Sebagian besar insekta adalah terestrial atau hidup di darat, tetapi ada jenis insekta tertentu yang hidupnya akuatik atau hidup di air [13].

Lebih dari 800.000 spesies insekta sudah ditemukan. Terdapat 5.000 spesies bangsa capung (Odonata), 20.000 spesies bangsa belalang (Orthoptera), 170.000 spesies bangsa kupu-kupu (Lepidoptera), 120.000 bangsa lalat dan kerabatnya (Diptera), 82.000 spesies bangsa kepik (Hemiptera), 360.000 spesies bangsa kumbang (Coleoptera), dan 110.000 spesies bangsa semut dan lebah atau Hymenoptera [13].

METODE PENELITIAN

Penelitian pemantauan dan evaluasi keanekaragaman fauna dilaksanakan di area kerja PT. Pertamina (Persero) MOR IV Fuel Terminal Boyolali, yang meliputi area FTB, DAS Kalipepe Kecamatan Teras, dan Hutan Wonopetro di Kecamatan Klego pada bulan antara Juli sampai dengan Agustus tahun 2018.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning System*), *binocular* (teropong), kamera, *sweepnet* (jaring insekta), botol spesimen, alat tulis, dan beberapa buku panduan identifikasi fauna. Buku identifikasi avifauna menggunakan Buku

Panduan Lapangan Burung- Burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan [14; 15]. Untuk jenis fauna dari kelas herpetofauna [16; 17; 18; 19] dan mamalia [20; 21] menggunakan Buku Pedoman Jenis Fauna tersebut. Buku identifikasi insekta atau serangga. menggunakan buku *Recognition Characters and Habits of Selected Classes and Orders of Hexapodous Arthropoda* [22]. Bahan yang digunakan adalah alkohol 70% dan air mineral.

Sampling Data Fauna

Sampling data dilakukan di 3 lokasi area kerja PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB. Pengamatan jenis mamalia, avifauna, dan herpetofauna dilakukan dengan metode sensus secara *purposive*, yaitu mencatat jumlah dan jenis dari fauna yang ada atau ditemukan di lokasi pemantauan. Pemantauan di area terbuka dilakukan melalui penentuan stasiun pengamatan dengan cara jelajah dan pengamatan jarak dekat menggunakan kamera dan konsentrasi atau *point count*. Penentuan stasiun pengamatan dengan cara jelajah yaitu penentuan secara mandiri dengan melihat kondisi habitat yang menunjang bagi aktivitas jenis mamalia, avifauna, dan herpetofauna. Pengamatan dan identifikasi burung dilakukan dengan jarak jauh menggunakan *binocular* (teropong) dan kamera.

Monitoring insekta atau serangga dilakukan dengan metode sensus secara *purposive*, yaitu mencatat jumlah dan jenis insekta atau serangga yang ada atau ditemukan di lokasi sampling di tiga area kerja yang dikelola oleh PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB. Pendataan insekta atau serangga dilakukan dengan menjelajahi area yang berada di stasiun sampling. Insekta atau serangga yang ditemukan dicatat dan dihitung jumlahnya. Identifikasi insekta atau serangga yang belum diketahui jenisnya, ditangkap dengan jaring serangga (*sweepnet*), diawetkan dengan alkohol 70%, dimasukkan dalam botol spesimen, dan selanjutnya diidentifikasi lebih lanjut, kemudian dihitung indeks keanekaragamannya.



Identifikasi Jenis Fauna Kelas Mamalia, Avifauna, Herpetofauna, dan Insekta

Jenis fauna dari berbagai kelas yang ditemukan di 3 area sampling kemudian diidentifikasi berdasarkan bentuk, warna dan morfologi secara menyeluruh. Semua jenis yang diidentifikasi dicocokkan antara data fakta yang diperoleh di area sampling melalui observasi langsung dengan sumber pustaka yang ada. Buku panduan identifikasi yang digunakan adalah buku-buku yang relevan dengan berbagai macam jenis fauna yang ada.

Analisis Data

Analisis indeks keanekaragaman fauna dilakukan dengan cara menganalisis data yang diperoleh dari lokasi untuk menentukan keanekaragaman taksanya. Nilai indeks keanekaragaman fauna yang semakin tinggi, berarti komunitas fauna makin beragam dan tidak didominasi oleh satu atau dua takson. Indeks keanekaragaman fauna diukur dengan formulasi dari Shannon- Wiener dengan kriteria nilai indeks [23; 2; 24; 25].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan di 3 lokasi didapatkan 111 jenis fauna, dengan jumlah jenis pada tiap lokasi berkisar dari 49 - 67 jenis fauna. Di area FTB ada 67 jenis, DAS Kali Pepe 49 jenis dan Hutan Wonopetro 52 jenis. Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') dari 3 lokasi, berturut-turut 2,364; 3.027 dan 2,686 (Tabel 1). Nilai $H' = 1.5-3.5$ termasuk dalam kategori sedang [1].

FTB merupakan area kerja PT. Pertamina (Persero) MOR IV Fuel Terminal Boyolali, yaitu depo penimbunan dan pendistribusian bahan bakar minyak untuk daerah di Jawa Tengah dan Jawa Timur, yang memiliki luas seluruhnya sekitar 11,2 ha. Luas area hijau di FTB mencapai 3,36 ha. Hasil pemantauan dan pendataan fauna di area tutupan hijau FTB diperoleh 67 jenis fauna dengan jumlah individu 1495 dalam luasan area pemantauan. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shanon Wiener (H') didapatkan $H' = 2,364$, yang artinya keanekaragaman fauna di area

tersebut termasuk ke dalam kategori sedang. Indeks keanekaragaman jenis fauna merupakan gambaran jumlah atau kekayaan dan kelimpahan jenis fauna dari komunitas. Semakin tinggi indeks keanekaragaman jenis semakin kompleks interaksi jenis dengan lingkungannya dan ekosistemnya semakin stabil. Nilai H' area hijau FTB termasuk kategori sedang, menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis fauna sedang, tingkat kestabilan ekosistem cukup, meskipun kondisi belum mantab.

Tabel 1. Nilai indeks keanekaragaman hayati Shannon- Wiener fauna di lokasi pengamatan

SPESIES	JUMLAH INDIVIDU			
	FTB	DAS	WPT	TOTAL
MAMALIA				
<i>Herpestes javanicus</i>	0	1	0	1
<i>Felis domestica</i>	1	0	0	1
<i>Microciroptera sp</i>	7	28	0	35
<i>Cynopterus brachiotis</i>	9	1	0	10
<i>Rattus tiomanicus</i>	0	1	0	1
<i>Callosciurus notatus</i>	0	0	5	5
<i>Macaca fascicularis</i>	0	0	5	5
<i>Rusa timorensis</i>	0	0	13	13
AVES				
<i>Aegithina tiphia</i>	0	0	3	3
<i>Anthreptes malacensis</i>	0	2	0	2
<i>Apus affinis</i>	9	2	0	11
<i>Ardeola speciosa</i>	0	4	0	4
<i>Artamus leucorhynchus</i>	3	7	1	11
<i>Cacomantis sepulclaris</i>	0	0	1	1
<i>Centropus bengalensis</i>	0	0	2	2
<i>Collocalia linchi</i>	28	22	13	63
<i>Corvus macrorhynchos</i>	0	0	3	3
<i>Cyniris jugularis</i>	9	1	5	15
<i>Dendrocopos analis</i>	0	0	1	1
<i>Dicaeum trochileum</i>	1	2	0	3
<i>Gallus varius</i>	0	0	1	1
<i>Geopelia striata</i>	0	1	3	4
<i>Halcyon cyanoventris</i>	1	1	1	3
<i>Hirundo rustica</i>	51	0	0	51
<i>Lanius schach</i>	0	0	1	1
<i>Lonchura leucogastroides</i>	26	30	33	89



<i>Lonchura punctulata</i>	20	0	0	20
<i>Orthotomus sutorius</i>	5	0	3	8
<i>Passer montanus</i>	6	0	0	6
<i>Pericrocotus cinnamomeus</i>	0	10	9	19
<i>Picoides moluccensis</i>	0	1	0	1
<i>Pycnonotus aurigaster</i>	0	3	26	29
<i>Rhipidura javanica</i>	0	0	2	2
<i>Streptopelia chinensis</i>	3	4	14	21
<i>Otus lempijii</i>	0	1	0	1
<i>Streptopelia bitorquata</i>	0	1	0	1
<i>Cisticola juncidis</i>	0	1	0	1
<i>Todirhampus chloris</i>	2	2	1	5
REPTILIA				
<i>Bronchocela jubata</i>	3	2	2	7
<i>Dendrelaphis pictus</i>	1	0	1	2
<i>Draco volans</i>	10	0	0	10
<i>Eutropis multifasciata</i>	2	3	0	5
<i>Gecko gecko</i>	0	7	4	11
<i>Hemidactylus frenatus</i>	2	0	3	5
<i>H. platyrus</i>	16	2	0	18
<i>Trimeresurus insularis</i>	0	0	1	1
<i>Takydromous sexlineatus</i>	1	0	0	1
<i>Phython reticulatus</i>	0	0	1	1
AMFIBIA				
<i>Bufo asper</i>	0	4	0	4
<i>Fejervarya cancrivora</i>	3	0	0	3
<i>F. limnocharis</i>	0	10	1	11
<i>Occidozyga sumatrana</i>	0	0	4	4
<i>Polypedates leucomystax</i>	1	0	1	2
INSECTA				
<i>Copera marginipes</i>	0	0	7	7
<i>Crocothemis servilia</i>	0	1	0	1
<i>Neurothemis ramburii</i>	1	0	0	1
<i>N. terminata</i>	0	0	2	2
<i>Orthetrum sabina</i>	13	28	3	44
<i>Pantala flavescens</i>	1	0	0	1
<i>Potamarcha congener</i>	1	1	0	2
<i>Zyxomma obtusum</i>	1	0	0	1
<i>Appias olferna</i>	8	1	0	9
<i>Borbo cinara</i>	0	0	1	1
<i>Catopsilia pomona</i>	5	0	0	5
<i>Catopsilia scylla</i>	5	0	0	5
<i>Danaus chrysippus</i>	0	1	0	1
<i>Elymnias casiphone</i>	0	1	0	1
<i>E. hypermnestra</i>	2	0	1	3
<i>Euploea sp.</i>	0	0	2	2
<i>Eurema sp.</i>	0	0	1	1
<i>Graphium agamemnon</i>	1	1	0	2

<i>Hypolimnas bolina</i>	15	0	0	15
<i>Ideopsis sp.</i>	1	1	0	2
<i>Jamides celeno</i>	0	1	0	1
<i>Junonia erigon</i>	0	0	1	1
<i>Junonia atlites</i>	0	0	1	1
<i>Junonia hedonia</i>	3	0	0	3
<i>Leptosia nina</i>	3	0	0	3
<i>Melanitis leda</i>	1	0	0	1
<i>Mycalesis sp.</i>	1	0	0	1
<i>Neptis hylas</i>	0	4	5	9
<i>Papilio memnon</i>	2	0	0	2
<i>Tanaecia japis</i>	1	0	0	1
<i>Troides helena</i>	0	0	1	1
<i>Zizina otis</i>	7	1	3	11
<i>D. melanogaster</i>	0	0	100	100
<i>Sarcophaga sp.</i>	1	0	0	1
<i>Phaenicia sp.</i>	2	0	0	2
<i>Dolichoderus sp.</i>	205	25	11	241
<i>Odontoponera denticulata</i>	11	1	0	12
<i>Oecophylla smaragdina</i>	683	2	0	685
<i>Polyrachis armata</i>	15	0	0	15
<i>Polyrachis sp.</i>	3	1	1	5
<i>Tapinoma sp.</i>	40	0	0	40
<i>Apis mellifera</i>	2	0	0	2
<i>Apis sp.</i>	0	13	0	13
<i>Oecophylla sp.</i>	70	0	0	70
<i>Valanga sp.</i>	2	2	5	9
<i>Mantis sp.</i>	1	0	0	1
<i>Acrida sp.</i>	10	0	0	10
<i>Atractomorpha sp.</i>	0	1	0	1
<i>Phaleoba sp.</i>	11	24	0	35
<i>Trilophidia sp.</i>	1	0	0	1
<i>Aceta sp.</i>	0	0	8	8
<i>Corthippus sp.</i>	24	0	0	24
<i>Coptotermes sp.</i>	85	0	0	85
<i>Argiope sp.</i>	14	0	0	14
<i>Tegenaria domestica</i>	0	0	3	3
<i>Nephila maculata</i>	0	0	3	3
<i>Gerris sp.</i>	2	58	130	190
<i>Pepsis formosa</i>	12	5	2	19
<i>Leptocoris sp.</i>	4	0	0	4
<i>Coccinella sp.</i>	3	0	0	3
<i>Oryctes rhinoceros</i>	2	0	0	2
Jumlah individu, n	1495	327	455	2277
Jumlah spesies, S	67	49	52	168
Indeks Shannon-Wiener, H'	2,364	3,027	2,686	3,099

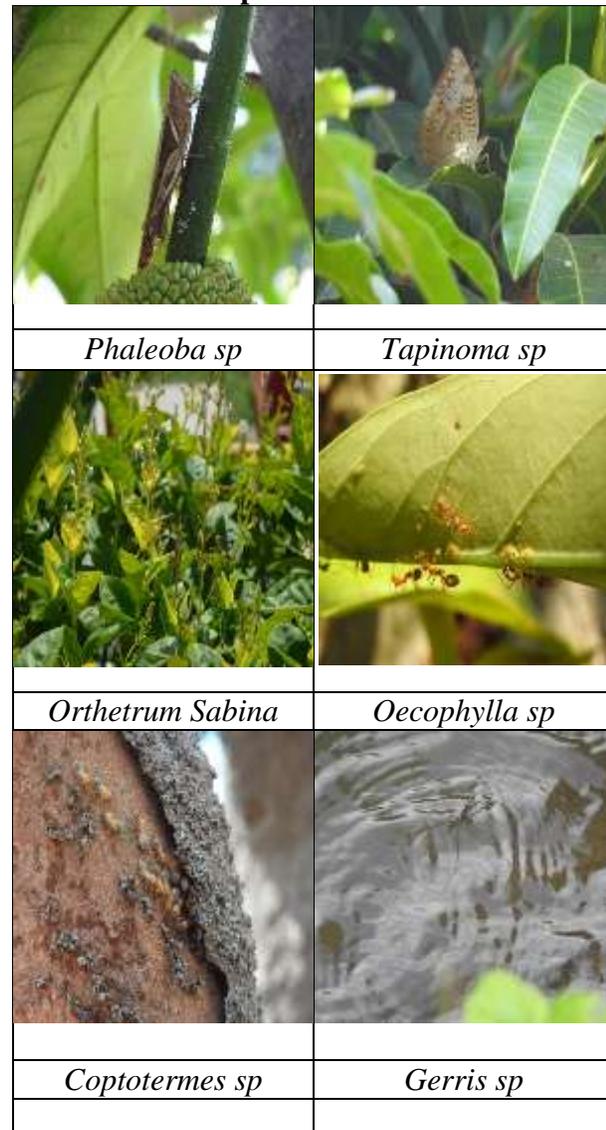


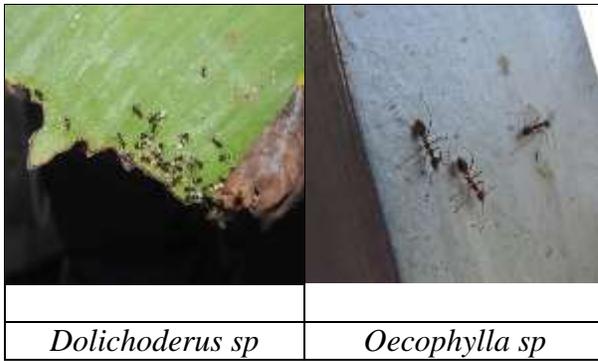
Spesies fauna yang mendominasi di area FTB adalah dari kelompok insekta dan avifauna yang terdiri dari 42 dan 13 jenis, berikutnya dari kelompok herpetofauna 9 jenis dan mamalia 3 jenis. Hasil pemantauan di DAS Kalipepe, spesies fauna didominasi oleh insekta yang terdiri atas 21 jenis, berikutnya adalah avifauna (18 jenis), herpetofauna 6 jenis, dan mamalia 4 jenis. Spesies fauna yang mendominasi di Hutan Wonopotro juga menunjukkan trend yang sama, yaitu secara berurutan insekta dengan 21 jenis, avifauna 19 jenis, herpetofauna 8 jenis, dan mamalia 3 jenis. Sebaran fauna yang dominan di lokasi pengamatan menunjukkan bahwa dua kelompok fauna tersebut mempunyai peran penting dalam kestabilan ekosistem. Keanekaragaman jenis dari kelompok fauna tersebut menjadi gambaran jumlah jenis dan kelimpahan jenis fauna dari suatu komunitas. Keanekaragaman jenis fauna yang tinggi menunjukkan semakin kompleks interaksi jenis fauna dengan lingkungannya dan semakin besar peran fauna tersebut bagi kestabilan ekosistem, terutama di area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro. Jenis fauna dan kelimpahan fauna dari kelompok insekta dan avifauna juga menunjukkan bahwa pada lokasi pengamatan tersedia sumber daya yang mendukung bagi keberlangsungan jenis-jenis fauna dari kelompok tersebut.

Berdasarkan pemantauan di 3 lokasi, kehadiran jenis fauna dari kelompok insekta yang paling banyak ditemukan, secara berturut-turut adalah *Phaleoba sp* (35 ekor), *Tapinoma sp* (40 ekor), *Orthetrum Sabina* (44 ekor), *Oecophylla sp* (70 ekor), *Coptotermes sp* (85 ekor), *Drosopilla melanogaster* (100 ekor), *Gerris sp* (190 ekor), *Dolichoderus sp* (241 ekor), dan *Oecophylla smaragdina* (685 ekor). Bukti tersebut menunjukkan di 3 lokasi pemantauan tersedia sumber makanan melimpah yang mendukung keberlangsungan hidup jenis fauna tersebut. Kondisi ini menjadi indikasi bahwa area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro merupakan habitat yang baik untuk tumbuh dan berkembangbiak

berbagai macam jenis insekta. Selain ke 9 jenis spesies tersebut, kelimpahan spesies insekta lainnya di area pemantauan cukup rendah. Hal ini disebabkan sumber makanan insekta herbivora yaitu vegetasi rumput dan tumbuhan lainnya tidak terlalu rapat. Kondisi cuaca kering dan panas di musim kemarau diduga menjadi penyebab tidak rapatnya rumput di area pemantauan. Hal ini sangat berpengaruh terhadap ketersediaan dan kehidupan jenis pakan yang hidupnya di tanah yang berumput.

Gambar 1. Keanekaragaman spesies fauna insekta di lokasi pemantauan





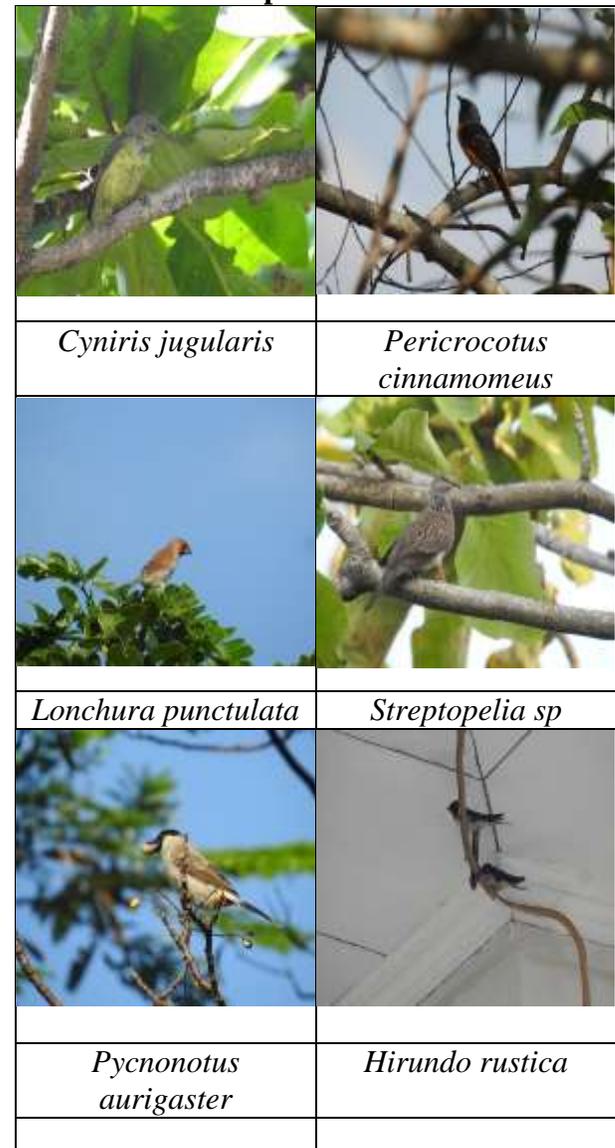
Beberapa jenis insekta sering menggunakan vegetasi bawah seperti rumput untuk mencari makan, berlindung, dan berkembang biak.

Hasil pengamatan di 3 lokasi menunjukkan bahwa spesies avifauna yang paling banyak ditemukan secara berurutan adalah kapinis rumah (*Apus affinis*) berjumlah 11 ekor, kekeb babi (*Artamus leucorynchus*) 11 ekor, burung madu sriganti (*Cyniris jugularis*) 15 ekor, sepah kecil (*Pericrocotus cinnamomeus*) 19 ekor, bondol peking (*Lonchura punctulata*) 20 ekor, tekukur biasa (*Streptopelia chinensis*) 21 ekor, cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) 29 ekor, layang-layang asia (*Hirundo rustica*) 51 ekor, walet linci (*Collocalia linchi*) 63 ekor, dan bondol Jawa (*Lonchura leucogastroides*) berjumlah 89 ekor. Kehadiran burung ini mengindikasikan masih tersedianya sumber makanan bagi burung tersebut berupa serangga kecil di area pengamatan meliputi FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro. Hasil pengamatan avifauna di area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro dapat dilihat pada Gambar 2.

Burung gagak (*Corvus macrorhynchos*), bubut alang-alang (*Centropus bengalensis*), caladi ulam (*Dendrocopus analis*), ayam hutan hijau (*Gallus varius*), perkutut Jawa (*Geopii striata*), cekakak Jawa (*Halcyon cyanoventris*), bentet kelabu (*Lanius schach*), caladi tilik (*Picoides moluccensis*), cucak kutilang (*Pycnonatus aurigaster*), dan kipasan belang (*Rhipidura javanica*) juga ditemukan di lokasi pengamatan yaitu di Hutan Wonopotro. Hasil pemantauan menunjukkan kehadiran berbagai

macam burung tersebut di lokasi pengamatan menunjukkan adanya ketersediaan sumber pakan dan habitat atau ekosistem yang mendukung kehidupan avifauna tersebut. Meskipun berbagai macam jenis burung ini tersebut tidak tergolong burung yang langka atau dilindungi, namun keberadaan burung dan sarang burung ini menandakan bahwa di lokasi pengamatan tersebut merupakan habitat yang cukup nyaman untuk ditempati dan bersarang karena rendahnya gangguan.

Gambar 2. Keanekaragaman spesies avifauna di lokasi pemantauan





	
<i>Lonchura leucogastroides</i>	<i>Artamus leucorynchus</i>

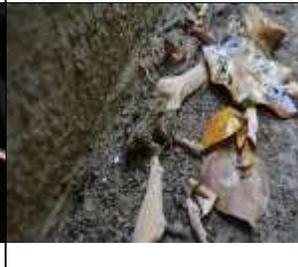
Dengan keanekaragaman burung yang ditemukan di lokasi pengamatan, terutama di Hutan Wonopotro dapat direkomendasikan bahwa lokasi ini sangat cocok untuk dijadikan lokasi pengembangan untuk wisata avifauna (avitourism).

Keanekaragaman herpetofauna (reptil-amfibi) hasil pengamatan di area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro ditemukan sebanyak 15 spesies. Dari 15 spesies tersebut, jenis yang paling dominan ditemukan adalah cicak rumah (*Hemidactylus frenatus*), kadal kebun (*Eutropis multifasciata*), kadal terbang (*Draco volans*), tokek rumah (*Gecko gecko*), katak tegalan (*Fejervarya limnocharis*) dan cicak dinding (*Hemidactylus platyurus*) mendominasi keberadaan reptil dan amfibi di area pengamatan. Cicak rumah, bunglon kebun, cicak dincing, dan katak tegalan merupakan fauna yang aktif di malam hari (nokturnal) dan memangsa serangga atau laba- laba. Spesies ini biasa terdapat di habitat yang lembab dan hangat. Seperti halnya burung, kategori keanekaragaman herpetofauna di lokasi tergolong cukup baik jika dibandingkan luas dan variasi habitat yang tersedia.

Kelimpahan fauna herpetofauna di lokasi pemantauan yang paling dominan adalah cicak dinding (*Hemidactylus platyurus*), tokek rumah (*Gecko gecko*), dan katak tegalan (*Fejervarya limnocharis*). Dominansi ketiga spesies tersebut mempunyai peran penting sebagai komponen pada habitat atau ekosistem di lokasi pengamatan. Spesies cicak dinding (*Hemidactylus platyurus*) termasuk dalam

family Gekkonidae yang memiliki aktivitas pencarian makan yang tinggi baik pada siang dan malam hari, jumlahnya melimpah, dan merupakan pemangsa insekta kecil. Spesies tokek rumah (*Gecko gecko*) juga merupakan family Gekkonidae. Jenis fauna ini ditemukan di pohon-pohon, bangunan, rumah, dan area perkebunan atau pekarangan atau di tepi hutan. Tokek rumah memangsa berbagai jenis serangga dan aktif berburu mangsa pada malam hari (nokturnal). Adapun katak tegalan (*Fejervarya limnocharis*) merupakan jenis fauna berukuran sedang yang termasuk ke dalam family Dicroglossidae. Katak jenis ini banyak ditemukan di area rumput, hutan jati, dan kebun di lokasi pengamatan dan aktif mencari mangsa pada malam hari (nokturnal).

Gambar 3. Keanekaragaman spesies herpetofauna di lokasi pemantauan

	
<i>Hemidactylus frenatus</i>	<i>Gecko gecko</i>
	
<i>Hemidactylus platyurus</i>	<i>Draco volans</i>
	
<i>Broncochela jubata</i>	<i>Fajervarya cancrivora</i>

Ditemukannya jenis herpetofauna yang dominan mengindikasikan adanya fauna lain di



lokasi pengamatan yang berperan sebagai mangsa yang disukai sebagai sumber makanan bagi ketiga jenis fauna tersebut. Herpetofauna di area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasil pemantauan keanekaragaman fauna mamalia di area FTB, DAS Kalipepe dan Hutan Wonopotro hanya menemukan delapan spesies mamalia, yang meliputi garangan (*Herpestes javanicus*), kucing kampung (*Felis domestica*), kelelawar serangga (*Microciroptera sp*), kelelawar buah (*Cynopterus brachiotis*), tikus pohon (*Rattus thiomanicus*), bajing kelapa (*Callosciurus notatus*), rusa bawean (*Axi kuhlii*), dan kera Kalimantan (*Macaca fascicularis*). Dari ke delapan jenis fauna kelompok mamalia tersebut kelelawar serangga, rusa Timor, kelelawar buah, kera Kalimantan, dan bajing kelapa ditemukan paling banyak, berturut-turut 35, 13, 10, 5, dan 5 ekor. Di lokasi pemantauan, hewan ini sedang melakukan aktivitas mencari makan. *Microciroptera sp* dan *Macrociroptera sp* adalah hewan nokturnal yang memiliki perilaku aktif pada malam hari dimana masing-masing memakan serangga nokturnal dan buah. Rusa bawean merupakan jenis fauna herbivora yang memiliki aktivitas diurnal. *Macaca fascicularis* merupakan jenis fauna khas Kalimantan yang merupakan kelompok hewan primata yang dihadirkan di lokasi Hutan Wonopotro dalam rangka meningkatkan keanekaragaman hayati.

Jenis fauna *Callosciurus notatus* teramati pada waktu pagi hari di Hutan Wonopotro sedang melakukan aktivitas mencari makan. Garangan (*Herpestes javanicus*) dan bajing kelapa (*Callosciurus notatus*), rusa bawean (*Axi kuhlii*) merupakan jenis fauna yang termasuk ke dalam *the IUCN Red List of Threatened Species*. Hal ini menunjukkan bahwa di habitat atau ekosistem Hutan Wonopotro masih memungkinkan tersedia pakan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan spesies hewan ini, baik dengan mencari pakan secara alamiah di lingkungan habitatnya atau pakan yang disediakan oleh pihak pengelola. Keberadaan

beberapa spesies mamalia ini menjadi daya tarik karena spesies ini termasuk fauna yang terancam punah yang dilindungi. Hasil pengamatan fauna mamalia di area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Keanekaragaman spesies mamalia di lokasi pengamatan



Keanekaragaman hayati spesies mamalia yang rendah di lokasi pengamatan berarti bahwa perubahan lingkungan habitat atau ekosistem di lokasi pemantauan sangat mempengaruhi keanekaragaman fauna mamalia atau kehadiran fauna mamalia di lokasi tersebut. Yang paling terkena dampak akibat aktivitas di lokasi pengamatan, baik di area FTB, DAS Kalipepe, maupun di Hutan Wonopotro adalah hewan-hewan mamalia liar karena habitat atau ekosistem yang kurang mendukung disamping juga faktor tidak



tersedianya sumber daya yang cukup, seperti sumber pakan.

PENUTUP

Kesimpulan

Indeks keanekaragaman fauna di area kerja PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB yang meliputi area FTB, DAS Kalipepe, dan Hutan Wonopotro termasuk dalam kriteria sedang yang berarti bahwa aktivitas yang berlangsung di lokasi tersebut cukup memberi pengaruh pada perubahan habitat yang berdampak pada keanekaragaman fauna. Di 3 area kerja menunjukkan tingkat kestabilan ekosistem yang masih cukup baik.

Hasil penelitian terkait Indeks Keanekaragaman Fauna tersebut, menunjukkan bahwa perusahaan yang bergerak di bidang ekstraktif sekalipun seperti PT. Pertamina (Persero) ternyata dapat memberikan kontribusi positif bagi tercapainya SDGs di Indonesia. Namun demikian, memang keberadaan aktivitas PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB yang menjadi objek kajian dalam penelitian ini cenderung tidak bergerak di sector produksi. PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB yang bergerak di bidang distribusi tidak secara langsung melakukan aktivitas eksploitasi alam yang memang bersinggungan langsung terhadap keberlangsungan ekosistem fauna di wilayah kerja.

Namun demikian, keberadaan PT. Pertamina (persero) MOR IV FTB yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari PT. Pertamina (Persero) Eksplorasi dan Produksi misalnya yang bergerak di sector hulu atau ekstraktif dapat menunjukkan praktek tanggung jawab social yang sifatnya saling substitutif. Artinya, kegiatan *corporate social responsibility esponsibility* yang dilakukan oleh perusahaan ekstraktif dapat juga dilakukan mual dari hulu, distributive hingga hilir. Dengan demikian maka harapannya kontribusi sebuah perusahaan yang bergerak di bidang ekstraktif terhadap goals SDGs terutama poin no. 15 terkait *life on land*.

Saran

Konservasi keanekaragaman fauna secara *ex-situ* dapat dipilih oleh PT. Pertamina (Persero) MOR IV FTB dalam upaya meningkatkan keanekaragaman jenis fauna di area yang dikelola.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Magurran, A. E., 1988, Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- [2] Odum, E.P. 1994. Dasar-dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- [3] DITR [Department of Industry Tourism and Resources of Australian Government], 2007, Biodiversity Management: Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Department of Industry, Tourism and Resources, Government of Australia, Canberra.
- [4] Alikodra, H. S., 2002, Pengelolaan Satwa Liar. Jilid I. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- [5] Purvis, A., and Hector, A., 2000, Getting the measure of biodiversity. Nature, Vol. 405, pp. 212-219
- [6] Schaltegger, S., and Beständig, U., 2012, Corporate Biodiversity Management Handbook: A Guide for Practical Implementation. BMU, Berlin
- [7] Lekipiou, P., dan Nanlohy, L. H., 2018, Kelimpahan dan Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Mangrove Kampung Yenanas Kabupaten Raja Ampat. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sorong, Papua Barat.
- [8] Fachrul, M., F., 2006, Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara, Jakarta.
- [9] Al Rivan, M., E., dan Yohannes, 2019, Klasifikasi mamalia berdasarkan bentuk wajah dengan K-NN menggunakan fitur CAS Dan HOG. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, Vol. 5, No. 2, pp. 173-180



- [10] Rudiansyah, dan Radhi, M., 2018, Perilaku Satwa Liar pada Kelas Burung (Aves). Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Nanggroe Aceh Darussalam.
- [11] Akmal, Y., Nisa, C., dan Novelina, S., 2014, Anatomi organ reproduksi jantan trenggiling (*Manis javanica*). *Acta Veterinaria Indonesiana*, No. 2, Vol. 2, pp. 74-81.
- [12] Pradana, B. I., 2013, Buku Panduan Lapangan Keanekaragaman Jenis Herpetofauna di Kampus Universitas Negeri Semarang sebagai Sumber Belajar Biologi Siswa SMP/MTs. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [13] Novotny, V., Basset, Y., Miller, S. E., Weiblen, G. D., Bremer, B., Cizek, L., and Drozd, P., 2002. Low host specificity of herbivorous insects in a tropical forest. *Nature*, No. 6883, Vol. 416, pp. 841-844.
- [14] Mackinnon, J., Phillipps, K., dan Balen, B. V., 2010, Burung-Burung di Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan. LIPI-Burung Indonesia, Bogor.
- [15] Taufiqurrahman, I., 2015, Daftar Burung di Daerah Istimewa Yogyakarta. Yayasan Kutilang Indonesia, Yogyakarta
- [16] Yanuarefa, M. F., Hariyanto, G., dan Utami, J., 2012, Panduan Lapangan Herpetofauna (Amfibi dan Reptil) Taman Nasional Alas Purwo. Balai Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi.
- [17] Kusri, M. D., 2013, Panduan Bergambar Identifikasi Amfibi Jawa Barat. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor dan Direktorat Konservasi Keanekaragaman Hayati, Bogor.
- [18] Kamsi, M., Handayani, S., Siregar, A. J., dan Fredriksson, G., 2017, Buku Panduan Lapangan Amfibi dan Reptil Kawasan Hutan Batang Toru, Sumatera Utara.
- [19] Iskandar, T. D., 1998, Amfibi Jawa dan Bali. Puslitbang Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong Bogor Indonesia.
- [20] Phillipps, Q., and Phillipps, K., 2016, Phillipps's Field Guide to the Mammals of Borneo and Their Ecology. John Beaufoy Publishing Ltd.
- [21] Francis, C. M., 2008, A Field Guide to the Mammals of Southeast Asia, New Holland.
- [22] Gapud, 2001, Recognition Characters and Habits of Selected Classes and Orders of Hexapodous Arthropoda. University of the Philippines Los Banos, Philippine.
- [23] Barbour, C. A., Burk, J. H., and Pitt, W. D., 1987, Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin Cummings Publishing Company.
- [24] Krebs, C. J., 1999, Ecological Methodology, 2nd Ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc.
- [25] Krebs, C. J., 2009, Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 6th Ed. Benjamin Cummings, San Fransisco, p. 655.



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN