

**Kehadiran jenis-jenis mamalia di areal reklamasi-rehabilitasi pasca tambang batubara;
Respon terhadap perubahan habitat¹**

*(The presence of mammal species in reclamation-rehabilitation areas post coal mining;
Response on habitat change)*

Rachmat Budiwijaya Suba

Laboratorium Keanekaragaman Hayati, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman,
Kampus Gunung Kelua, Jl. Ki Hajar Dewantara, Gedung B-11, Samarinda, 75116, Kalimantan Timur,
Telp. 0541-749068, Fax. 0541-735379, Email. rb_suba@hotmail.com

Abstract

This study reveals the information on mammal species found during the monitoring activity in the reclamation-rehabilitation areas post coal mining of Kaltim Prima Coal Co. Ltd. The monitoring used direct observation, signs searching, camera trapping and cage trapping. Further ecological information has been studied to observe their response on habitat change (in other words, better land coverage) in the areas.

Three reasons which are connected one to another can be addressed to explain the presence of particular species and their abundances in the areas. Firstly, the vegetative growth provides such particular niches and habitat components. Secondly, the species presence in the area is closely associated with the existence of considerable remnant forest patches left during land clearing for coal mining purposes. Finally, the species occurrence in the areas and the likelihood of their occupancies are influenced by the distance between the rehabilitation patches and a pool of biodiversity.

Key words: *reclamation-rehabilitation, mammal, response, habitat change*

Pendahuluan

Upaya pemulihan kondisi ekologis kawasan pasca tambang (setelah direklamasi dan direhabilitasi) perlu dimonitor dan dievaluasi guna mengetahui sejauh mana teknis dan upaya yang reklamasi yang diterapkan telah membuahkan hasil. Keberhasilan reklamasi-rehabilitasi kawasan pasca tambang nampaknya bukan hanya sebatas 'menghijaukan kembali' kawasan yang gersang.

Perubahan tutupan lahan-lahan rehabilitasi (ke arah yang lebih baik) secara signifikan akan mempengaruhi perubahan komunitas satwa liar. Sehingga dengan demikian, tolok ukur keberhasilan yang sebenarnya dari kawasan rehabilitasi seharusnya adalah bagaimana kondisi elemen kehidupan (elemen penyusun ekosistem) yang ada atau ditemukan pada kawasan tersebut, baik vegetasi maupun satwa, baik mikro maupun makro. Faktor ini dapat dijadikan tolok ukur

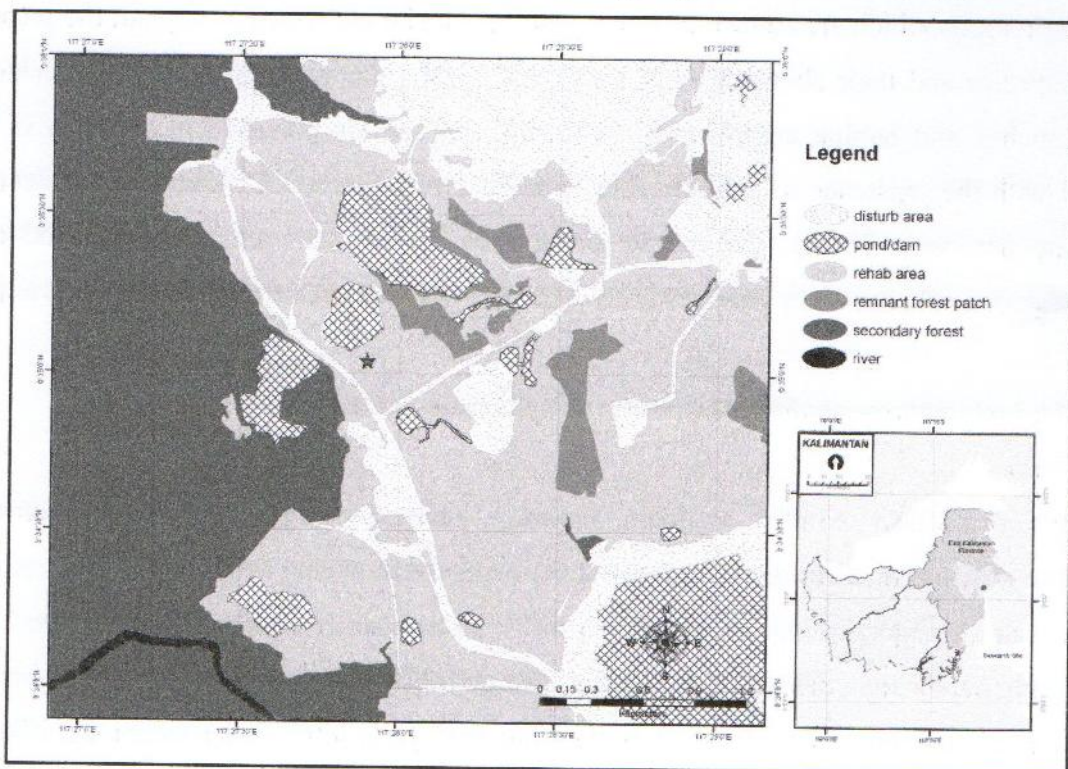
¹ Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Taksonomi Fauna Indonesia III, diselenggarakan oleh Masyarakat Taksonomi Fauna Indonesia (MTFI) bekerjasama dengan Pusat Penelitian Biologi-LIPI, REA KON, CI dan IRATA, di Bogor, 10 – 11 November 2009

dalam menilai seberapa besar keberhasilan yang dicapai suatu program reklamasi-rehabilitasi pasca tambang.

Namun demikian, adanya keterbatasan teknis menjadi kendala untuk mengetahui segala hal menyangkut elemen 'ekosistem' dimaksud. Penentuan observasi pada elemen ekosistem tertentu secara selektif (berdasar asumsi teori/keilmuan) sudah dianggap cukup sebagai awal bahan analisis, sejauh mana kondisi kawasan reklamasi- rehabilitasi telah berjalan sebagaimana diharapkan. Studi ini memfokuskan pada jenis-jenis mamalia yang hadir di areal reklamasi-rehabilitasi pasca tambang batubara, untuk kemudian dikaitkan dengan bagaimana mereka merespon perubahan habitat yang terjadi selama proses revegetasi dan reforestasi.

Deskripsi Singkat Lokasi Studi

Studi ini merupakan bagian dari hasil monitoring hidupan liar di areal reklamasi-rehabilitasi pasca tambang batubara PT Kaltim Prima Coal (PT KPC), Sengata, Kalimantan Timur, dalam rangka mengevaluasi tingkat kesuksesan upaya reklamasi dan rehabilitasi pasca tambang yang telah dilakukan. Proses revegetasi dan reforestasi telah berlangsung selama 7 – 10 tahun.



Gambar 1. Peta lokasi studi

Areal reklamasi-rehabilitasi PT KPC telah direklamasi dan ditanami selama lebih dari 5 tahun dengan menggunakan *legume cover crops* (jenis perambat) seperti *Pueraria javanica* Merr., *Calopogonium mucunoides* Desv., *Centrosema pubescens* Benth. dan jenis-jenis pohon cepat tumbuh seperti *Cassia siamea*, *Paraserianthes* sp., *Calothyrsus* sp., *Leucaena leucocephala* dan *Gmelina arborea*. Secara umum, areal tersebut mempunyai perbedaan dalam segi waktu pelaksanaan rehabilitasi dan luasan, yang berkisar antara 30 – 150 ha.

Area studi merupakan kawasan yang secara total telah berubah dari kondisi alaminya (hutan sekunder atau semak belukar) bahkan juga mungkin tata permukaan kawasan (lansekapnya), sebagai akibat dari sekian waktu pernah menjadi bagian kegiatan pertambangan. Kondisi topografi termasuk datar hingga sedikit berbukit. Ketinggian wilayah bervariasi antara 38 – 253 m dpl. Curah hujan rata-rata berkisar 2.110,8 mm per tahun, sebagian besar terjadi antara November dan Mei. Data curah hujan bulanan antara tahun 1984 – 2007 menunjukkan bahwa curah hujan terendah terjadi pada bulan September (108,0 mm) dan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember (244,6 mm).

Metode Studi

Beberapa metode pengamatan yang diaplikasikan diantaranya:

- *Direct Observation*; pertemuan langsung dengan satwa.
- *Signs Searching*; pengamatan terhadap tanda-tanda yang ditinggalkan oleh satwa, antara lain kotoran, jejak kaki, bekas cakaran, suara, bunyi, bau dan sarang.
- *Camera Trapping*; kamera otomatis dipasang secara purposif pada titik-titik tertentu. Oleh karena survei kamera otomatis ini adalah untuk mengetahui kehadiran jenis tertentu di suatu areal (*presence-absence survey*), sehingga untuk memancing kedatangan satwa ke area target kamera, dipasang umpan berupa udang, pisang atau nangka di depan kamera.
- *Cage Trapping*; perangkap (*cage trap*) digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis mamalia kecil, terutama tikus, bajing dan tupai.

Informasi ekologis mengenai jenis-jenis mamalia yang ditemukan dikaji melalui referensi-referensi terkait yang aktual untuk melihat sejauh mana respon mereka terhadap perubahan yang terjadi pada habitat (tutupan lahan yang membaik) di areal reklamasi-rehabilitasi. Skenario hipotetikal yang mengacu pada konektivitas habitat dan kolonisasi jenis yang mungkin terjadi selama proses pembukaan lahan sampai tahapan rehabilitasi pada saat monitoring dilakukan, diharapkan dapat menjelaskan status kehadiran jenis tertentu pada kawasan dimaksud.

Hasil Studi

Tabel 1 menyajikan seluruh data kehadiran mamalia selama periode monitoring di lokasi studi.

Tabel 1. Kehadiran dan status jenis mamalia di areal reklamasi-rehabilitasi pasca tambang batubara PT KPC selama periode monitoring. Keterangan: Metode Studi = DO : Direct Observation; SS : Signs Searching; CT : Camera Trapping; CgT : Cage Trapping. Kriteria IUCN Red List = En : Endangered (gending); Vu : Vulnerable (rawan); LC : Least Concern (tidak diperhatikan) (sumber: www.iucnredlist.org). Status nasional = D : Dilindungi; TD : Tidak Dilindungi (sumber: Lampiran Peraturan Pemerintah RI No. 7 tanggal 27 Januari 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, dalam Noerdjito dan Maryanto, 2001)

Ordo	Famili	Jenis satwa			Metode Studi	Status Red List (IUCN)	Status Nasional
		Nama ilmiah	Nama lokal	Nama Inggris			
Chiroptera	Pteropodidae	<i>Cynopterus brachyotis</i>	Kalong Buah	Common Short-nosed Fruit Bat	DO	LC	TD
	Vespertilionidae (sub-famili Vespertilioninae)	<i>Pteropus</i> sp.			DO		TD
		<i>Pipistrellus</i> sp.			DO		TD
		<i>Tylonycteris</i> sp.			DO		TD
Scandentia	Tupaiaidae	<i>Tupaia picta</i>	Tupai Tercat	Painted Treeshrew	CgT	LC	TD
		<i>Tupaia minor</i>	Tupai Kecil	Lesser Treeshrew	CgT	LC	TD
Rodentia	Sciuridae (sub-famili Sciurinae)	<i>Callosciurus notatus</i>	Bajing Kelapa	Plantain Squirrel	CgT	LC	TD
	Muridae	<i>Rattus exulans</i>	Tikus Ladang	Polynesian Rat	CgT	LC	TD
		<i>Rattus tiomanicus sabae</i>	Tikus Belukar	Malaysian Field Rat	CgT	LC	TD
		<i>Rattus tiomanicus jalorensis</i>	Tikus Belukar	Malaysian Field Rat	CgT	LC	TD
Primata	Cercopithecidae	<i>Macaca fascicularis</i>	Monyet Kra	Long-tailed (Crab-eating) Macaque	DO,CT	LC	TD
		<i>Macaca nemestrina</i>	Monyet Beruk	Southern Pig-tailed Macaque	DO,CT	Vu	TD
		<i>Presbytis rubicunda</i>	Lutung Merah	Maroon Langur (Red Leaf Monkey)	DO	LC	D
		<i>Presbytis hosei</i>	Lutung Banggalat	Hose's Langur (Grey Leaf Monkey)	DO	Vu	TD
	Hylobatidae	<i>Hylobates muelleri</i>	Owa Kalawat	Bornean Gibbon	DO,SS	En	D
	Pongidae	<i>Pongo pygmaeus morio</i>	Orang-utan	Northeast Bornean Orangutan	SO,SS,CT	En	D
Carnivora	Ursidae	<i>Helarctos malayanus</i>	Beruang Madu	Sun Bear	CT	Vu	D
	Mustelidae	<i>Aonyx cinerea</i>	Ambrang/ Berang-Berang	Oriental Small-clawed Otter	CT	Vu	TD
	Viverridae	<i>Viverra zanzibarica</i>	Tanggalung Malaya	Malay Civet	CT	LC	TD
		<i>Paguma larvata</i>	Musang Galing	Masked Palm Civet	CT	LC	TD
		<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	Musang Luwak	Common Palm Civet	CT	LC	TD
Felidae	<i>Prionailurus bengalensis</i>	Kucing Kuwuk	Leopard Cat	CT	LC	D	

Tabel 1. Lanjutan. Keterangan: Metode Studi = DO : Direct Observation; SS : Signs Searching; CT : Camera Trapping; CgT : Cage Trapping. Kriteria IUCN Red List = En : Endangered (genting); Vu : Vulnerable (rawan); LC : Least Concern (tidak diperhatikan) (sumber: www.iucnredlist.org). Status nasional = D : Dilindungi; TD : Tidak Dilindungi (sumber: Lampiran Peraturan Pemerintah RI No. 7 tanggal 27 Januari 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, dalam Noerdjito dan Maryanto, 2001)

Ordo	Famili	Jenis satwa			Metode Studi	Status Red List (IUCN)	Status Nasional
		Nama ilmiah	Nama lokal	Nama Inggris			
Artiodactyla	Tragulidae	<i>Tragulus napu</i>	Pelanduk Napu	Greater Mouse-deer	SS,CT	LC	D
		<i>Tragulus kanchil</i>	Pelanduk Kanchil	Lesser Mouse-deer	SS,CT	LC	D
	Cervidae	<i>Muntiacus muntjak</i>	Kijang Muncak	Red Muntjac (Common Barking Deer)	SS,CT	LC	D
		<i>Cervus unicolor</i>	Rusa Sambar	Bornean Sambar Deer	SS,CT	Vu	D
	Suidae	<i>Sus barbatus</i>	Babi Berjenggot (Babi Hutan)	Bearded Pig	DO,SS,CT	Vu	TD

Pembahasan

1. Kehadiran Jenis dan Kajian Ekologisnya

Kelelawar

Kelelawar merupakan kelompok vertebrata yang beragam yang hidup di hutan hujan “Old World” dan kontribusinya mencapai setengah dari spesies mamalia hutan. Kelelawar merupakan spesies penyerbuk bagi pohon dan tanaman pangan, serta merupakan penyebar biji yang penting, seperti yang termasuk dalam genera *Pteropus* dan *Cynopterus*. Beberapa spesies kelelawar buah hidupnya tidak sepenuhnya bergantung pada hutan tertutup, dan dapat bertahan baik pada lansekap yang didominasi oleh manusia (Meijaard dkk., 2006). Salah satu jenis yang ditemukan di site reklamasi-rehabilitasi yaitu Kalong Buah (*Cynopterus brachyotis*). Makanan jenis ini adalah buah-buah kecil dengan menghisap sari buah dan lapisan tipis buah. Di areal reklamasi-rehabilitasi, Ketapang (*Terminalia catappa*) dan Jabon (*Antocephalus cadamba*) diperkirakan merupakan penghasil buah utama bagi Kalong Buah. Selain buah, nektar dan polen juga dimakan oleh Kalong Buah. Bunga Kaliandra (*Callyandra calothyrsus*) dan Petai (*Leucaena leucocephala*) merupakan penghasil nektar dan polen potensial di site reklamasi-rehabilitasi. Kelelawar pemakan serangga yang mencari makan di tempat terbuka di atas hutan dan di bukaan hutan yang besar sebenarnya juga dapat beradaptasi dengan lansekap yang lebih terbuka. Pada prinsipnya mungkin saja jenis ini terdapat di areal reklamasi-rehabilitasi.

Mamalia Kecil (Tikus, Bajing dan Tupai)

Apabila hutan rusak sama sekali, maka yang akan tersisa adalah spesies tikus yang memiliki toleransi terhadap berbagai kondisi habitat (Harrison, 1968 dan 1969 dalam Meijaard dkk., 2006) sehingga jenis-jenis demikian cenderung memiliki penyebaran yang luas (Aplin and Frost, 2008;

Ruedas *et al.*, 2008). Dua jenis tikus dengan karakter tersebut, yaitu Tikus Belukar (*Rattus tiomanicus*) dan Tikus Ladang (*Rattus exulans*), dapat berkembang di areal reklamasi-rehabilitasi.

Menurut Payne dkk. (2000), Tikus Belukar tersebut adalah jenis terestrial. Jenis ini berkembang di habitat yang didominasi semak dan belukar, tetapi jarang ditemukan di hutan primer. Sedangkan Tikus Ladang umumnya hidup pada habitat-habitat yang telah banyak mengalami modifikasi oleh manusia, seperti kebun, sawah dan ladang, semak belukar, bahkan di rumah-rumah.

Emmons (2000) dalam Meijaard dkk. (2006) mengungkapkan bahwa seluruh spesies tupai memerlukan tutupan berhutan (sekalipun dalam luasan terbatas), apapun spesiesnya, untuk dapat bertahan hidup. Han and Stuebing (2008) menjelaskan bahwa Tupai Tercat (*Tupaia picta*) dapat bertahan pada fragmen-fragmen hutan sekunder dan primer serta hutan tanaman berumur 5 tahun ke atas. Jenis ini menunjukkan adaptasi pada habitat-habitat yang terganggu. Kehadiran jenis ini di areal studi ditandai dengan tumbuhan bawah yang berkurang kerapatannya, tetapi ranting-ranting dan kayu-kayu mati semakin melimpah keberadaannya.

Bajing Kelapa (*Callosciurus notatus*) juga merupakan jenis mamalia kecil dengan tingkat adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi habitat sehingga memiliki penyebaran yang luas, diantaranya hutan sekunder, hutan tanaman, tepi hutan dan hutan-hutan kota, tetapi menjadi tidak umum pada hutan-hutan primer (Duckworth *et al.*, 2008). Di areal reklamasi-rehabilitasi, jenis ini hadir pada site yang didominasi oleh tiang dan pohon dimana tajuk telah terbentuk saling bertautan. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Meijaard dkk. (2006) bahwa stratifikasi ekologis dari jenis ini adalah bagian tengah tajuk.

Beberapa dugaan yang dapat diajukan untuk kehadiran jenis-jenis mamalia kecil di areal reklamasi-rehabilitasi adalah:

- Sangat besar kemungkinan kedua jenis tikus yang ditemukan dalam studi ini (Tikus Belukar dan Tikus Ladang) merupakan jenis-jenis yang pertama sekali hadir (*founder species*) di site reklamasi-rehabilitasi bersamaan dengan mulai tertutupnya areal dengan *cover crop* yang ditanam dan rumput-rumputan serta semak belukar pionir yang tumbuh secara alami.
- Terdapat pembagian relung ekologis yang jelas antara kedua jenis tikus yang ditemukan pada monitoring ini dan kedua jenis mamalia kecil lainnya (Tupai Tercat dan Bajing Kelapa). Tikus Belukar dan Tikus Ladang cenderung melimpah pada areal dengan kerapatan tumbuhan bawah tinggi yang didominasi *cover crop* dan semak belukar pionir. Pada areal yang didominasi oleh tiang dan pohon dimana tajuk telah terbentuk saling bertautan, kehadiran Bajing Kelapa dan Tupai Tercat terlihat dominan. Pada areal-areal demikian, tumbuhan bawah mulai berkurang kerapatannya, tetapi kelimpahan ranting-ranting dan kayu-kayu mati bertambah.

- Untuk *founder species*, pada areal dengan kondisi dimana terjadi ‘penyempitan ruang’ (dengan berkurangnya kerapatan tumbuhan bawah) dan persaingan dalam menempati relung ekologis (*overlapping niche*) dengan jenis mamalia kecil lain, kelimpahannya cenderung menurun dan nampaknya lebih ‘memilih’ untuk membentuk koloni pada areal lain yang lebih ‘muda’ umurnya.
- Dengan kata lain, kelimpahan *founder species* akan cenderung menurun seiring dengan semakin ‘tua’nya areal. Semakin kompleksnya relung-relung ekologis yang terbentuk, memungkinkan semakin layaknya areal tersebut sebagai habitat satwa yang berkoloni kemudian. Hal ini memiliki konsekuensi logis pada semakin kuatnya persaingan dengan jenis-jenis pada tingkat trofi yang sama dan meningkatnya pemangsa oleh predator. Oleh karena itu, *founder species* lebih ‘memilih’ untuk membentuk koloni pada areal lain yang lebih ‘muda’ umurnya. Konstelasi areal reklamasi-rehabilitasi yang dibentuk oleh selama ini, disinyalir telah memungkinkan terjadinya kolonisasi baru *founder species* ini. Jalan-jalan tambang nampaknya bukan merupakan *barrier* bagi mereka untuk berkolonisasi di areal-areal rehabilitasi baru.

Kelimpahan mamalia kecil nampaknya ditentukan terutama oleh kelimpahan jumlah kayu dan ranting yang jatuh, luas/banyaknya onggokan batu dan daerah yang basah, serta jumlah tunggul-tunggul kayu dan kepadatan vegetasi dengan ketinggian yang rendah dan pada tingkat tajuk. Struktur-struktur di atas nampaknya menyediakan banyak tempat untuk meloloskan dan menyembunyikan diri sehingga meningkatkan kemampuan untuk menghindari hewan pemangsa (Kemper and Bell, 1985 dan Bernard, 2004 dalam Meijaard dkk., 2006). Komposisi dan kelimpahan struktur-struktur tersebut di suatu tempat nampaknya yang menciptakan struktur dan spesifikasi habitat tertentu sehingga membedakan jenis-jenis mamalia kecil yang hadir.

Primata (Monyet dan Orangutan)

Secara umum, primata yang bersifat generalis cukup mampu menyesuaikan diri dengan perubahan struktur dan komposisi habitatnya. Faktor yang paling mempengaruhi ketahanan dan fleksibilitas beberapa spesies primata terhadap kondisi habitatnya adalah kemampuan untuk mengubah pola jelajah dan mengubah proporsi berbagai jenis makanan yang berbeda dalam pola makannya. Caranya adalah dengan memakan daun-daun muda yang tersedia saat buah-buahan tidak dijumpai. Spesies pemakan buah kurang mampu melakukan hal ini. Spesies yang paling mampu bertahan adalah spesies pemakan daun, meskipun kadang mereka dianggap sebagai pemakan buah di hutan primer (Meijaard dkk., 2006). Jenis-jenis primata dengan karakter demikian di lokasi studi yaitu *Macaca fascicularis* (Monyet Kra), *Macaca nemestrina* (Monyet Beruk) dan *Pongo pygmaeus* (Orangutan). Ketiga jenis ini terkenal juga sebagai omnivor karena juga memakan serangga dan invertebrata (Payne dkk., 2000).

Pengamatan di areal tambang batubara memberikan suatu indikasi bagaimana Orangutan beradaptasi dengan kondisi areal reklamasi-rehabilitasi pasca tambang. Sarang-sarang dibuat pada pohon-pohon yang 'tidak biasa' digunakan sebagai pohon sarang, diantaranya Jabon (*Anthocephalus cadamba*), *Gmelina arborea* dan Johar (*Cassia siamea*). Keterbatasan ruang vertikal (tajuk) di areal tersebut disiasati oleh Orangutan dengan cara memanfaatkan pula permukaan tanah (secara terestrial) untuk mencari makan. Hasil foto trapping menunjukkan bagaimana Orangutan menyesuaikan keterbatasan habitat dengan melakukan perjalanan harian di atas tanah. Bahkan Orangutan berhasil diamati pada rerimbunan *cover crop* yang dijadikan sebagai tempat persembunyian. Belum diketahui pasti apakah fitur seperti ini juga berfungsi sebagai sarang.

Fleksibilitas Orangutan terhadap makanan yang tersedia nampaknya merupakan faktor penting yang menyebabkan mereka bertahan hidup di areal reklamasi-rehabilitasi. Selain memakan buah-buahan (yang mestinya tidak banyak tersedia di areal reklamasi-rehabilitasi) dan daun-daunan (tentunya dengan pilihan yang terbatas), Meijaard dkk. (2001) menyebutkan bahwa Orangutan juga memakan serangga (semut, rayap, belalang, jangkrik, kutu dan lain sebagainya). Ketika buah tidak ada, Orangutan mengupas kulit pohon dengan tujuan untuk memakan lapisan kambium di bawah kulit pohon. Kulit pohon bekas kupasan Orangutan banyak dijumpai pada pohon *Paraserianthes falcataria* (sengon), *Gmelina arborea* dan *Anthocephalus cadamba* (jabon) di areal reklamasi-rehabilitasi. Bunga-bunga tertentu mungkin merupakan makanan tambahan. Telur di dalam sarang burung yang kadang ditemukan mungkin dirampasnya, demikian juga vertebrata kecil (seperti tokek dan tupai) yang akan dimakan jika dalam keadaan mudah ditangkap.

Dugaan yang dapat diajukan untuk kehadiran jenis-jenis primata di site reklamasi-rehabilitasi adalah:

- Keberadaan jenis-jenis primata di areal reklamasi-rehabilitasi PT KPC lebih banyak disebabkan oleh kedekatan areal dengan Taman Nasional Kutai (TNK) di sebelah barat daya. Kehadiran Orangutan di Taman Payau yang 'jauh' dari TNK dapat dijelaskan dari masih tersisanya *green patch* alami sebagai tempat pengungsian (*refuge area*) bagi beberapa jenis satwaliar termasuk Orangutan ketika terjadi pembukaan lahan dan fragmentasi pada saat kegiatan pertambangan beroperasi di lokasi tersebut.
- Orangutan dan Monyet Beruk nampaknya mengalami persaingan dalam memperebutkan ruang hidup. Hal ini dapat dimengerti dari kenyataan bahwa tutupan vegetasi berupa pohon sedang sampai tinggi masih sangat terbatas pada areal reklamasi-rehabilitasi. Fenomena ini juga diperkuat dari hasil monitoring bahwa Orangutan dan Monyet Beruk tidak ditemukan pada site yang sama. Kondisi serupa juga dilaporkan oleh Novamalaisari (2009) di kawasan hutan sekunder terfragmentasi PT Sumalindo Hutani Jaya II (Bhirawa), dimana Orangutan sangat

terganggu oleh kehadiran kelompok Monyet Beruk yang membuat Orangutan selalu menghindari suatu teritori yang telah dikuasai oleh kelompok Monyet Beruk.

Di bagian lain dari areal hutan sekunder yang tersisa, masih dapat ditemukan Lutung Merah dan Lutung Banggat. Sebagian besar jenis primata yang mampu mengkoloni hutan sekunder setidaknya memiliki kebiasaan yang semi-terrestrial, sehingga mendukung kemampuannya dalam bertahan hidup pada fragmen hutan yang relatif kecil.

Beruang Madu

Walaupun termasuk dalam ordo karnivor, Beruang Madu bukan merupakan karnivor sejati, tetapi memiliki kecenderungan untuk menggunakan sumber daya makanan yang lain (bagian tumbuh-tumbuhan), sehingga disebut juga omnivor. Ketersediaan makanan Beruang Madu juga sangat tergantung pada ketersediaan dan keragaman buah-buahan hutan (Fredriksson *et al.*, 2008). Akan tetapi, dalam kondisi buah-buahan yang terbatas di site reklamasi-rehabilitasi, Beruang Madu dapat saja mencari makan dengan cara mencungkil batang pohon mati untuk membongkar sarang rayap atau semut.

Pada prinsipnya, pemanfaatan habitat oleh Beruang Madu lebih tinggi di hutan primer yang lebih tua dan heterogen. Secara umum, terdapat hubungan positif yang nyata antara pemanfaatan habitat dan keragaman sumber makanan pada tingkat yang lebih tinggi, tutupan tajuk, tutupan tanah, tempat meloloskan diri, serta jumlah pohon berbuah yang berukuran besar dan dewasa. Beruang Madu juga ternyata menggunakan areal yang telah dibalak secara selektif (Wong *et al.*, 2004, Meijaard *et al.*, 2005). Namun tidak ada bukti ilmiah bahwa Beruang Madu dapat bertahan pada areal hutan terganggu tanpa tutupan hutan di sekitarnya (Augeri, 2005). Setidaknya hal inilah yang menjelaskan kehadiran Beruang Madu di Taman Payau. Disisakannya *green patch* alami di sebelah timur dan utara areal tersebut diduga menjadi tempat pengungsian (*refuge area*) bagi beberapa jenis satwaliar termasuk Beruang Madu ketika terjadi pembukaan lahan dan fragmentasi pada saat kegiatan pertambangan beroperasi di lokasi tersebut. Ketika penutupan vegetasi di areal reklamasi-rehabilitasi semakin membaik, areal inipun menjadi tempat Beruang Madu mencari makan.

Tenggalung Malaya dan Jenis Musang Lainnya

Tenggalung Malaya (*Viverra zibetha*) merupakan jenis musang dengan frekuensi kehadiran yang tinggi di site studi. Menurut Meijaard *et al.* (2006), habitat Tenggalung Malaya sebenarnya adalah hutan primer namun mampu bertahan di hutan rusak dan lebih menyukai tumbuhan merambat yang padat sebagai tempat tidur siang hari. Walaupun termasuk dalam ordo karnivor, musang bukan merupakan karnivor sejati, karena selain sebagai insektivora, jenis ini memiliki kecenderungan untuk menggunakan sumber daya makanan yang lain (bagian tumbuh-tumbuhan), sehingga disebut juga omnivor. Satwa yang menjadi makanan jenis ini adalah kumbang

(Coleoptera) dan kaki seribu (*Sphaeropieus* spp.). Tenggalung Malaya juga dilaporkan memakan daun dan buah.

Beberapa jenis musang lainnya yang pernah ditemukan di areal reklamasi-rehabilitasi diantaranya Musang Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) dan Musang Galing (*Paguma larvata*). Kedua jenis ini memang merupakan jenis yang relatif bisa bertahan dengan kondisi hutan yang tidak terlalu baik dan biasa berada pada hutan-hutan sekunder. Di areal reklamasi-rehabilitasi, tikus yang melimpah keberadaannya kemungkinan merupakan mangsa dari Musang Luwak. Satwa ini juga hidup dari buah-buahan dan selain itu memakan cacing tanah, serangga dan moluska. Jenis ini memiliki penyebaran habitat dan niche luas, mulai hutan primer dan sekunder, tanah pertanian, perkebunan, bahkan sampai kampung atau kota.

Sedangkan Musang Galing memakan bagian tumbuh-tumbuhan seperti daun-daun, buah-buahan seperti mangga, pisang; sebagian lagi satwa lain seperti burung dan mamalia kecil. Jenis ini lebih bersifat nokturnal dan umumnya arboreal. Habitatnya di hutan sekunder, seringkali ditemukan dekat timbunan sampah, perkampungan atau tempat-tempat yang dekat dengan aktivitas manusia.

Sero Ambrang/Berang Berang

Kehadiran jenis Sero Ambrang (*Aonyx cinerea*) membuktikan bahwa telah terdapat preferensi habitat ini di areal reklamasi-rehabilitasi yang berupa habitat dimana selalu ada air dan ditumbuhi pepohonan, yaitu meliputi sungai-sungai kecil, kolam-kolam dan danau-danau buatan. Menurut Payne dkk. (2000), satwa ini bersifat diurnal, makanannya meliputi kepiting, udang-udangan dan moluska lainnya. Sering berada dalam kelompok, jantan dan betina merupakan pasangan tetap.

Kucing Kuwuk

Bentuk tubuh semua jenis kucing liar pada umumnya mirip dengan kucing kampung. Ciri yang membedakannya adalah ukuran, panjang ekor dan pola warna. Kucing congkok berwarna kekuningan dengan bintik hitam di seluruh tubuh bagian atas termasuk ekor. Biasanya hidup secara nokturnal (aktif malam hari) dan terestrial, terkadang aktif juga di pepohonan kecil. Makanannya meliputi mamalia kecil seperti tikus yang memang telah melimpah di areal reklamasi-rehabilitasi dan serangga besar.

Hanya sedikit penelitian yang telah mendokumentasikan ekologi kucing hutan liar di Kalimantan Timur sehingga hal ini berkonsekuensi pada belum jelasnya status daripada jenis-jenis ini di habitat alamnya. Beberapa karakter alami seperti nokturnal, sensitif terhadap keberadaan manusia and kepadatan yang rendah, membuat sulit untuk mendeteksi kelompok jenis ini. Populasi kucing liar di alam kemungkinan menurun karena faktor deforestasi.

Pertemuan dengan jenis Kucing Kuwuk setidaknya telah menjawab preferensi habitat jenis ini yang sebelumnya telah disebutkan oleh Payne dkk. (1985) bahwa selain areal berhutan, hutan tanaman dapat menjadi habitat jenis ini. Santiapillai and Supraham (1985) mengatakan bahwa hutan

sekunder mungkin lebih merupakan habitat preferensi dari jenis ini. Akan tetapi, foto dari kamera trapping oleh Augeri (tidak dipublikasikan) dalam Meijaard *et al.* (2005) menemukan kepadatan Kucing Kuwuk yang lebih tinggi di hutan primer daripada di hutan sekunder.

Kucing Kuwuk pada dasarnya merupakan jenis kucing hutan yang paling sering tercatat keberadaannya pada seluruh daerah sebaran mereka yang luas. Akan tetapi, populasi mereka mungkin juga sedang mengalami penurunan karena hilangnya habitat dan perburuan. Tingkat ketahanan hidup yang lebih tinggi (92%) tercatat di kawasan yang dilindungi dengan pengaruh manusia yang terbatas, dibandingkan dengan tingkat ketahanan hidup 53-82% pada kawasan-kawasan dengan intensitas pengaruh manusia yang cukup tinggi. Kucing Kuwuk pun merupakan jenis kucing hutan yang lebih toleran dibandingkan jenis kucing hutan lainnya (Sanderson *et al.*, 2008).

Kucing Kuwuk diperkirakan sangat diuntungkan dengan meningkatnya kepadatan populasi mamalia kecil (terutama tikus) yang mengikuti pertumbuhan vegetatif di areal reklamasi-rehabilitasi. Dua 'founder' species yaitu Tikus Belukar (*Rattus tiomanicus*) dan Tikus Ladang (*Rattus exulans*) memang sangat melimpah. Morrison *et al.* (2006) menyebutkan bahwa populasi *founder species* dapat dimulai pada lingkungan baru yang sesuai dengan toleransi dan tingkat adaptasi mereka, kemudian bertindak sebagai 'pelayan' bagi kemungkinan kehadiran jenis-jenis lain, misalnya predator mereka sendiri. Mangsa yang berlimpah tentu saja dapat meningkatkan populasi jenis kucing. Dalam konteks areal reklamasi-rehabilitasi, hal ini diharapkan dapat menjawab kemungkinan adanya kolonisasi antar site dan keberhasilan pertumbuhan vegetatif dalam menyediakan komponen habitat dan kompleks relung sedemikian rupa yang dibutuhkan oleh jenis kucing hutan.

Beberapa literatur menyebutkan bahwa kelayakan suatu kawasan sebagai habitat dan jarak dari kawasan pusat sumber kekayaan jenis mempengaruhi kehadiran suatu jenis pada suatu habitat tertentu dan kemungkinan okupansi terhadap habitat itu oleh individu-individu jenis tersebut (Morrison *et al.*, 2006). Diperkirakan bahwa kehadiran Kucing Kuwuk di areal reklamasi-rehabilitasi sangat erat kaitannya dengan keberadaan spot-spot alami hutan sekunder (*remnant forest patches*) yang disisakan pada saat pembukaan areal untuk kepentingan operasional tambang. *Remnant patches* alami sangat penting artinya untuk mempertahankan jenis-jenis tumbuhan dan satwa yang memiliki ketahanan hidup pada areal-areal terfragmentasi, yang pada akhirnya dapat berfungsi sebagai *stepping-stone* yang menghubungkan areal-areal reklamasi-rehabilitasi, menguatkan fungsi areal-areal tersebut sebagai habitat, dan dapat juga terhubung dengan Taman Nasional Kutai, yang dianggap sebagai pusat kekayaan jenis terdekat.

Satwa Berkuku Belah/Artiodactyla (Pelanduk, Kijang, Rusa Sambar, Babi Berjenggot)

Ungulata dapat dikategorikan berdasarkan perilaku makan dan pemilihan habitat. Pelanduk sangat bergantung pada buah-buahan yang jatuh dari pohon dan pohon ara pencekik (*Ficus* spp.), meskipun material lainnya seperti daun-daun juga dimakan (misalnya *Octomeles sumatrana*) dan jamur (*Russula* sp.) (Matsubayashi *et al.*, 2003). Dari seluruh ungulata yang ada di Borneo, pelanduk kelihatannya memanfaatkan bahan makanan yang paling kaya nutrisinya. Pelanduk Napu hanya terekam oleh kamera otomatis pada petak dimana dipasang kamera tersebut ternyata terdapat *Syzigium* sp. sebagai sumber buah.

Kijang lebih banyak memakan daun-daunan, kemudian buah-buahan tertentu dan hanya memilih bagian tertentu dari tumbuhan, serta bertahan sepanjang tahun makan satu atau beberapa jenis vegetasi saja (Meijaard *dkk.*, 2006). Rusa Sambar dapat ditemukan di seluruh hutan, hidup terutama di pinggiran hutan, pinggiran sungai, daerah terbuka yang berumput, semak belukar sekunder dan daerah ladang terbuka (Nowak, 1999). Dikatakan bahwa jenis ini dapat ditemukan baik di hutan yang terbuka maupun interior hutan yang rapat. Rusa Sambar merupakan spesies pemamah rumput dan pemakan daun yang bersifat generalis, memakan sejumlah jenis rumput dan bagian-bagian tumbuhan. Areal reklamasi-rehabilitasi dalam hal ini menyediakan makanan berupa tunas-tunas muda dan semak belukar yang sebagian besar merupakan sumber makanan utama bagi kelompok ungulata.

Jenis ungulata yang lebih bersifat generalis dan oportunis, yaitu Babi Berjenggot (*Sus barbatus*), terdapat hampir di seluruh site studi. Hal ini dibuktikan dengan kehadiran jejak kaki, baik di dalam areal, maupun di jalan-jalan tambang. Di dalam areal sendiri, terdapat spot-spot khusus yang digunakan jenis ini sebagai tempat berkubang dan bekas-bekas tempat mencari makan berupa akar-akar tumbuhan dan hewan-hewan tanah. MacKinnon *et al.* (1996) mengungkapkan bahwa Babi Berjenggot memiliki peran penting sebagai penyebar biji.

2. Sumber Pakan

Sebagian besar jenis mamalia yang ditemukan merupakan jenis omnivor, pemakan bagian tumbuhan dan satwa. Herbivor sejati yaitu Pelanduk Napu, Kijang Muncak dan Rusa Sambar. Tabel 2 meresmume kelas trofik jenis-jenis mamalia yang telah ditemukan dan kemungkinan sumber pakan mereka yang tersedia di site reklamasi-rehabilitasi PT KPC.

Tabel 2. Resume kelas trofik jenis-jenis mamalia dan kemungkinan sumber pakan yang tersedia di areal reklamasi-rehabilitasi

No.	Jenis	Kemungkinan sumber pakan yang tersedia di areal reklamasi-rehabilitasi	Kelas trofik
1.	<i>Cynopterus brachyotis</i>	Daging buah, nektar, polen	Herbivor (Frugivor)
2.	<i>Tupaia picta</i>	Buah, arthropoda dan cacing tanah	Omnivor
3.	<i>Callosciurus notatus</i>	Serangga dari batang pohon berlumut, kulit kayu, daun, bunga, buah-buah lunak	Omnivor
4.	<i>Rattus exulans</i>	Buah, biji-bijian, serangga tanah	Omnivor
5.	<i>Rattus tiomanicus</i>	Buah, biji-bijian, serangga tanah	Omnivor
7.	<i>Macaca fascicularis</i>	Buah, batang daun, daun, serangga, invertebrata	Omnivor
8.	<i>Macaca nemestrina</i>	Buah, daun, biji-bijian, satwa lain (serangga, burung kecil, telur, larva rayap)	Omnivor
9.	<i>Pongo pygmaeus</i>	Daun muda, serangga, kambium	Omnivor
10.	<i>Helarctos malayanus</i>	Rayap, semut, kumbang, larva cacing tanah, satwa kecil, jamur, tumbuhan berair, bunga	Omnivor
11.	<i>Viverra zangwara</i>	Serangga, invertebrata (kaki seribu), satwa pengerat, burung kecil, ular, kadal, kelelawar, buah, daun	Omnivor
12.	<i>Prionailurus bengalensis</i>	Tikus-tikus terestrial	Karnivor
13.	<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	Buah-buahan, burung-burung dan telur-telurnya, mencit dan tikus, cacing tanah, serangga dan moluska	Omnivor
14.	<i>Paguma larvata</i>	Bagian tumbuh-tumbuhan seperti daun-daun, buah-buahan; sebagian lagi satwa lain seperti burung dan mamalia kecil	Omnivor
15.	<i>Aonyx cinerea</i>	Kepiting, udang-udangan dan moluska lainnya	Karnivor
16.	<i>Tragulus napu</i>	Buah	Herbivor (Frugivor)
17.	<i>Muntiacus muntjak</i>	Pemakan buah, rumput dan tumbuhan bawah	Herbivor (Browser, Grazer)
18.	<i>Cervus unicolor</i>	Rumput-rumputan, herba, belukar, daun muda dan tumbuhan berkayu, buah-buahan yang jatuh	Herbivor (Browser, Grazer)
19.	<i>Sus barbatus</i>	Biji yang berminyak, akar, jamur, invertebrata dalam tanah dan kayu membusuk, vertebrata kecil, bangkai	Omnivor

3. Konektivitas Habitat dan Kolonisasi Jenis

Seiring berlalunya waktu, populasi baru dari suatu jenis dapat terbentuk di lokasi lain yang sesuai dan berdekatan dengan lokasi semula. Suatu tegakan (sekali pun dalam luasan terbatas) sangat penting artinya bagi kehidupan satwa. Pada dasarnya kegiatan kawasan reklamasi-rehabilitasi yang terbentuk pasca pertambangan batubara identik dengan habitat yang terfragmentasi, membentuk unit ‘pulau-pulau’ habitat (*green patches*) yang lebih kecil, dipisahkan satu sama lain dalam jarak tertentu. Survei dan monitoring yang telah dilakukan pada beberapa *green patches* reklamasi-rehabilitasi terpilih dengan kriteria tertentu (keadaan tegakan dan umur) membuktikan adanya pemanfaatan sebagai habitat yang cenderung permanen oleh beberapa jenis mamalia dengan *amplitude* ekologis yang lebar (*generalist*) dan penyebaran yang relatif luas, bahkan pada areal yang terganggu.

Beberapa literatur menyebutkan bahwa kelayakan suatu kawasan sebagai habitat dan jarak dari kawasan pusat sumber kekayaan jenis mempengaruhi kehadiran suatu jenis pada suatu habitat tertentu dan kemungkinan okupansi terhadap habitat itu oleh individu-individu jenis tersebut

(Morrison *et al.*, 2006). Eksistensi suatu jenis satwa pada suatu areal diketahui berhubungan dengan beberapa parameter bentang alam dan habitat seperti luasan dan kualitas habitat (Lovejoy *et al.*, 1986; Laurance, 1994; Lindenmayer and Possingham, 1995), konektivitas antar fragmen (Lovejoy *et al.*, 1986; Laurance, 1994; Lindenmayer *et al.*, 1994), waktu 'isolasi' (terbentuknya fragmen pertama kali) dan ketinggian (Lindenmayer *et al.*, 1994), jarak ke fragmen terdekat (Fitzgibbon, 1997) dan lokasi fragmen pada bentang alam (Laurance, 1990; Lindenmayer and Possingham, 1995). Hal ini nampaknya yang terjadi pada 'mosaik-mosaik' kawasan reklamasi-rehabilitasi di PT KPC. Untuk itu, investigasi lebih lanjut perlu dilakukan.

Areal reklamasi-rehabilitasi pasca tambang batubara PT KPC dapat menjadi model yang baik dalam rangka mempelajari respon suatu jenis, populasi dan komunitas terhadap kondisi lingkungan yang terpisah-pisah dan dinamika habitat. Heterogenitas habitat dalam areal reklamasi-rehabilitasi berlangsung menurut ruang dan waktu. Satwa pun memiliki berbagai cara dalam merespon perubahan temporal dari habitat, pada saat dimana fragmen-fragmen habitat and ketersediaan sumber daya berubah sepanjang lansekap.

Kehadiran jenis-jenis mamalia di areal reklamasi-rehabilitasi sangat erat kaitannya dengan keberadaan spot-spot alami hutan sekunder (*remnant forest patches*) yang disisakan pada saat pembukaan areal untuk kepentingan operasional tambang. *Remnant forest patches* alami sangat penting artinya untuk mempertahankan jenis-jenis tumbuhan dan satwa yang memiliki ketahanan hidup pada areal-areal terfragmentasi, yang pada akhirnya dapat berfungsi sebagai *stepping-stone* yang menghubungkan areal-areal reklamasi-rehabilitasi, untuk kemudian menguatkan fungsi areal-areal tersebut sebagai habitat. Kolonisasi kemungkinan besar juga bersumber dari pusat kekayaan jenis terdekat (areal tambang PT KPC berbatasan dengan Taman Nasional Kutai di sebelah barat).

Saran

Studi ini masih bersifat kualitatif sehingga kuantifikasi perlu dilakukan untuk melihat perbandingan komunitas antar fragmen atau '*green patches*' areal reklamasi-rehabilitasi yang terbentuk guna mendeskripsikan efek dari pola-pola beberapa parameter bentang alam dan habitat, seperti luas fragmen, umur fragmen, jarak antar fragmen, ada tidaknya koridor (penghubung), ketinggian, jarak dengan badan air dan kondisi topografi (landai, bergelombang) terhadap keberadaan dan kelimpahan berbagai jenis mamalia.

Monitoring independen untuk Orangutan, Beruang Madu dan Kucing Kuwuk dapat dilakukan. Dalam konteks areal reklamasi-rehabilitasi, monitoring terhadap jenis-jenis '*area sensitive*' ini dapat menjawab kemungkinan adanya kolonisasi antar site dan keberhasilan pertumbuhan vegetatif dalam menyediakan komponen habitat dan kompleks relung sedemikian rupa sesuai kebutuhan jenis-jenis tersebut.

Daftar Pustaka

- Anonim _____. Pedoman teknis: Pengelolaan keanekaragaman hayati pada wilayah pertambangan mineral dan batubara. Departemen ESDM, Dit. Jen. Geologi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Teknik Mineral dan Batubara. Jakarta.
- Beatty, R., D. Burnie, K. Dennis-Bryan, F. Dipper, J. Elphick, P. Gates, D. Gilpin, J. Green, C. Mattison, K. Parsons and J. Woodward. 2005. Fauna. Electronic Encyclopedia. Penerjemah: D.T. Wulandari dan B. Raharjo. Erlangga. Jakarta.
- Fitzgibbon, C.D. 1997. Small mammals in farm woodlands: the effects of habitat, isolation and surrounding land-use patterns. *Journal of Applied Ecology* 34: 530 – 539.
- Indrawan, M., R.B. Primack dan J. Supriatna. 2007. Biologi Konservasi. Edisi Revisi. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 25 January 2009.
- Laurance, W.F. 1994. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. *Biological Conservation* 69: 23 – 32.
- Lindenmayer, D.B. and H.P. Possingham. 1995. The conservation of arboreal marsupials in the montane ash forests of the central highlands of Victoria, south-eastern Australia VII. Modelling the persistence of leadbeater's possum in response to modified timber harvesting practices. *Biological Conservation* 73: 239 – 257.
- Lindenmayer, D.B., R.B. Cunningham and C.F. Dunningly. 1994. The conservation of arboreal marsupials in the montane ash forests of the Central Highlands of Victoria, south-east Australia VI. Tests of the performance of models of tree and habitat requirement of arboreal marsupials. *Biological Conservation* 70: 143 – 147.
- Lovejoy, T.E., B.O. Bierregaard and A.B. Rylands. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: Soute', M.E. (Ed.), *Conservation Biology; The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, pp. 257 – 285.
- Meijaard, E., D. Sheil, R. Nasi, D. Augeri, B. Rosenbaum, D. Iskandar, T. Setyawati, M. Lammertink, I. Rachmatika, A. Wong, T. Soehartono, S. Stanley and T. O'Brien. 2006. Hutan pasca pemanenan; Melindungi satwaliar dalam kegiatan hutan produksi Kalimantan. Judul asli: Life after logging; Reconsiling wildlife conservation and production forestry in Indonesian Borneo. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor, Indonesia.
- Meijaard, E., H.D. Rijksen dan S.N. Kartikasari. 2001. Di ambang kepunahan; Kondisi Orangutan liar di awal abad ke-21. The Gibbon Foundation Indonesia. Jakarta.
- Morrison, M.L., B.G. Marcot and R.W. Mannan. 2006. *Wildlife-habitat relationships; Concepts and application*. Third Edition. Island Press, Washington, D.C.
- Noerdjito, M. dan I. Maryanto. 2001. Jenis-jenis Hayati yang Dilindungi Perundang-undangan Indonesia. Bidang Zoologi (Museum Zoologicum Bogoriense) Puslit Biologi – LIPI, The Nature Conservancy dan USAID. Cibinong.
- Novamalaisari, E. 2009. Perubahan distribusi sarang Orangutan (*Pongo pygmaeus*) pada hutan Bhirawa PT Sumalindo Hutani Jaya II Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Skripsi Sarjana Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Nowak, R.M. 1999. *Walker's mammals of the world*. Sixth Edition. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.
- O'Brien, T.G., M.F. Kinnaird and H.T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6: 131 – 139.

- Payne, J., C.M. Francis, K. Phillipps dan S.N. Kartikasari. 2000. Panduan lapangan; Mamalia di Kalimantan, Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam. The Sabah Society dan Wildlife Conservation bekerjasama dengan WWF Malaysia.
- Suba, R.B. 2007. The impact of hunting and habitat degradation on population size, structure and relative densities of Bornean Sambar Deer (*Cervus unicolor brookei*). Master Thesis. Institute of Environmental Sciences (CML), University of Leiden. Leiden, The Netherlands.
- Williams, E.S., A. Gillison and M. van Noordwijk. 2001. Biodiversity: Issues relevant to integrated natural resources management in the humid tropics. International Centre for Research in Agroforestry. Bogor, Indonesia.