



**Sinambung Membangun Indonesia Lestari:
Tinjauan dari Perspektif Ilmu Konservasi dan Keberlanjutan**

Jatna Supriatna

**Disampaikan Pada Acara
Dies Natalis UI Ke 74 Tahun 2024**
Universitas Indonesia

Depok, 2 Februari 2024

Abstrak

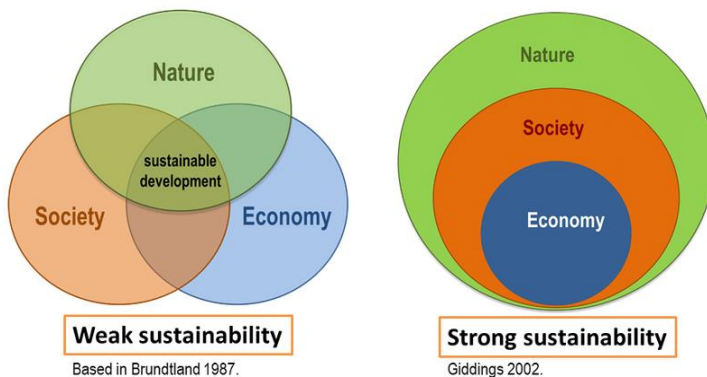
Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) yang diratifikasi oleh semua negara di dunia telah mendorong paradigma baru dalam perkembangan ilmu konservasi dan keberlanjutan. Kedua ilmu yang saling berkelindan ini mengalami percepatan melalui pendekatan multi-inter-trans disiplin untuk membantu pencapaian SDGs yang berhubungan dengan masalah lingkungan global dan lokal. Krisis lingkungan global yang berdampak besar pada planet bumi kita adalah masalah perubahan iklim, keanekaragaman hayati, polusi udara dan sampah plastik. Makalah ini menjelaskan krisis tersebut di Indonesia dan alternatif solusinya. Untuk mengurangi emisi CO₂ yang disebabkan oleh dampak pembangunan seperti pemakaian energi, kerusakan hutan dan laut serta kawasan urban, berbagai riset dan aktivitas telah dilakukan sesuai dengan komitmen Indonesia berupa program penurunan emisi atau NDC (Nationally Determined Contribution) kepada dunia sampai 2030. Selain itu dibahas juga kesenjangan dan kesempatan yang diperoleh Indonesia sebagai negara yang mempunyai sumberdaya alam berupa hutan, peisir, laut, dan sumberdaya Energi Baru dan Terbarukan (EBT) melimpah. Usaha mengurangi emisi gas rumah kaca dengan pemeliharaan hutan, pemangkasan polusi udara dari emisi kendaraan dan industri, pembatasan penggunaan plastik, serta transisi energi menuju net zero emission dibahas. Selain itu juga dikupas kesempatan untuk beralih ke energi bersih khususnya, pendanaan dan prospeknya, bisnis hijau berkelanjutan, pengembangan EBT dan dekarbonisasi produk, potensi carbon credit dan produk nir-sampah plastik. Usaha mengarah kepada riset dan aktivitas pengembangan Net Zero Emission (NZE) yang telah dilakukan oleh pemerintah, sektor swasta, lembaga swadaya masyarakat dan juga universitas dibahas secara teoritis.

Pendahuluan

Dunia sudah menetapkan haluan bersama untuk menopang masa depan pembangunan di dunia dalam bentuk program bersama selama 15 tahun yaitu Sustainable Development Goals (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) menggantikan program *Millenium Development Goals* (MDGs, 2001-2015). SDGs adalah konsep berkelanjutan dengan pendekatan *triple bottom line*: *people* (masyarakat), *profit* (laba), dan *planet* (bumi). Konsep ini bertujuan untuk menyelaraskan antara manusia, ekonomi, dan lingkungan. Populasi manusia yang terus bertambah dan segala kegiatannya telah menciptakan kerusakan di bumi, seperti pemanasan global akibat emisi gas rumah kaca (GRK), polusi lingkungan akibat bahan berbahaya dan beracun, serta kehilangan keanekaragaman hayati. Pembangunan berkelanjutan, sebagai prinsip dalam mengelola sumber daya manusia yang hidup di satu planet, sangat beorientasi pada masa depan agar kehidupan manusia terus berlangsung. Oleh karena itu pembangunan berkelanjutan berhubungan dengan daya dukung lingkungan di bumi kita ini, yang menjadi tantangan sosial dan ekonomi masyarakat. Keberlanjutan di sini adalah pernyataan ideal di mana masyarakat hidup untuk memenuhi kebutuhan dengan cara yang ramah lingkungan dan berkeadilan sosial, tanpa mengancam kemampuan manusia untuk melakukan hal yang sama pada masa kini dan yang akan datang (Sachs 2013, Sachs 2015).

Konsep pembangunan berkelanjutan bermula dari pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan khususnya pengelolaan hutan dan perikanan tangkap: konsep *sustainable cut* dan *sustainable yield*. Konsep *sustainable cut* artinya bagaimana pengelolaan hutan yang prinsipnya menebang hutan tetapi tidak menyebabkan kerusakan berat hutan tersebut. Bahkan diharapkan hanya spesies kayu tertentu yang dapat dipanen, sehingga kelestarian hutan dapat dijamin. Sama halnya dengan konsep *sustainable yeild* pada penangkapan ikan di laut maupun di danau dan sungai, juga prinsipnya serupa yaitu agar hasil tangkapan tidak

melebihi daya dukung lingkungannya. Dengan prinsip ini, kayu dan ikan masih dapat di panen secara terus-menerus tetapi tidak menimbulkan kerusakan berarti bagi lingkungan atau ekosistemnya. Sejalan dengan perkembangan konsep pembangunan berkelanjutan yang terus mengalami perubahan secara dinamis. Konsep berkelanjutanpun telah berubah dari tiga pilar dengan irisan diantara ketiganya menjadi *Nested Model* (Giddings et al. 2002). Model Tiga Pilar dinilai lebih rendah tingkat keberlanjutan yang terbangun dibandingkan dengan *Nested Model*. *Nested Model* (Model Sarang) ini pada dasarnya merupakan model pembelajaran. Suatu proses pembelajaran yang membangun ekosistem menjadi lebih kuat dan memiliki daya tahan berkelanjutan. Dengan penerapan pendekatan model ini, membangun kegiatan-kegiatan ekonomi senantiasa mempertimbangkan pembangunan kualitas sosial dan kepentingan kelestarian lingkungan hidup bahkan meningkatkan nilai lingkungan hidup tersebut, seperti yang secara skematis terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Sustainable Development dengan konsep Model Tiga Pilar dan konsep Model Sarang (Nested Model) Sumber: Darajati, 2020.

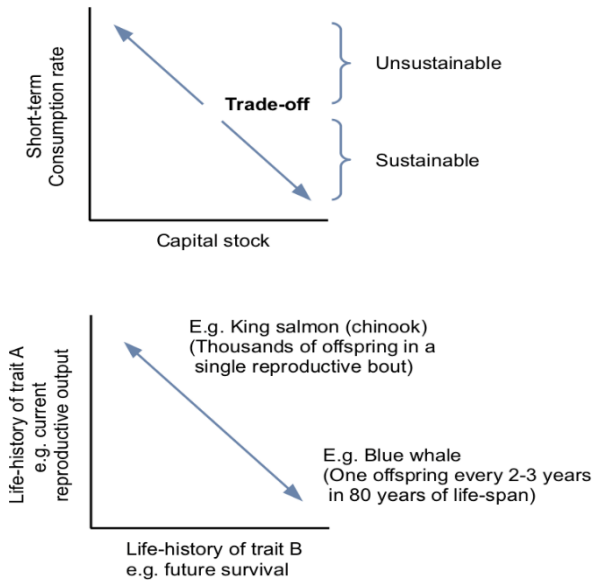
Proses pembangunan yang sedang berjalan seolah-olah berlangsung dalam “kotak waktu”: hanya berguna bagi masyarakat pembangunan masa kini. Pembangunan bagaikan bongkah es, beku dalam kurun waktu tertentu. Kandungan sumber daya alam hanya bermanfaat untuk generasi masa kini bagi mereka yang hidup dan mengolah alam hari ini, hanya. Alur pengelolaan Sumber Daya Alam bagaikan bongkah es, tidak mengalir untuk kemaslahatan generasi datang. Oleh karena itu mencuat hasrat reorientasi pembangunan dari “stock concept” ke “flow concept” dan menekankan pola pembangunan yang mengalir secara berkelanjutan. Dari sini lahirlah konsep “Sustainable Development”, yaitu konsep pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi masa kini tanpa menutupi pemenuhan kebutuhan generasi masa depan. Pola dan analisis pembangunan beralih dari “*stock concept*” yang statis menjadi “*flow concept*” yang dinamis. Proses pembangunan memuat “*multiple set of variables*” yang bergerak dinamis secara berkelanjutan. Lahir pola modelling “*sustainable development*” yang bertumpu pada tiga unsur pembangunan dinamis, yakni pembangunan ekonomi yang ditopang oleh ruang lingkup pembangunan sosial dan pembangunan ruang alami. Implikasi dari trilogi pembangunan berkelanjutan yang memuat dimensi ekonomi-sosial-lingkungan adalah tumbuhnya saling keterkaitan antara masing-masing tiga dimensi ini. Secara global disepakati di tahun 2015 untuk merumuskannya dalam 17 *Sustainable Development Goals* yang meramu ketiga dimensi ekonomi-sosial-lingkungan untuk diterapkan bersama-sama dalam pola pembangunan negara mewujudkan 17 *Sustainable Development Goals* di masa 2015-2030 (Sachs 2015).

Ilmu Keberlanjutan, Konservasi dan Pembangunan Berkelanjutan

Konsep pembangunan berkelanjutan dapat dirunut dari sejarah politik dunia. Brundtland (1987), menyimpulkan hasil pertemuan antara pakar pembangunan bahwa pembangunan berkelanjutan diartikan sebagai suatu proses pembangunan (yang melibatkan masyarakat, dunia usaha, kota, lahan, dan lain-lain) yang mempunyai prinsip “memenuhi

kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kebutuhan generasi yang akan datang". Dalam bidang ekonomi, keberlanjutan dapat digambarkan dari besarnya konsumsi yang dilakukan secara terus menerus tanpa adanya pengurangan stok modal. Jika tingkat konsumsi jangka pendek meningkat dan persediaan modal menurun, maka program ini tidak berkelanjutan. Sebaliknya, jika persediaan modal meningkat dan tingkat konsumsi jangka pendek menurun, maka program tersebut berkelanjutan. Di antara kedua ekstrem tersebut terdapat *trade-off*, hal-hal yang memungkinkan adanya penyesuaian (Supriatna 2021).

Pada contoh di bawah ini, kita dapat melihat paradoks dua sumber daya ikan di alam yang memiliki sejarah kehidupan berbeda. Ikan salmon raja bertelur ribuan dari satu individu, sehingga strategi reproduksinya mengadopsi strategi hidup R. Artinya dengan ribuan sel telur yang dihasilkan oleh sistem reproduksi, anak-anak tersebut dipastikan ada yang tumbuh hingga dewasa, meski tidak semuanya, atau hanya sedikit yang dapat bertahan hidup. Ketika waktu pemijahan telah tiba, salmon raja harus berenang bersama menuju hulu sungai, kemudian mereka akan mati setelah melepaskan telurnya. Jadi, meskipun sebagian besar berumur pendek, spesies mereka tetap lestari karena menghasilkan banyak anak. Di sisi lain, ada juga makhluk yang menganut strategi hidup K, yaitu berkembang biak dalam jumlah kecil namun sangat menjaga anaknya agar dapat hidup lestari. Contohnya adalah paus biru. Mamalia ini hanya melahirkan setiap dua atau tiga tahun sekali, namun dapat hidup hingga 80 tahun. Kedua contoh ini, yang diilustrasikan oleh bagan di bawah, mewakili dua jenis strategi berkelanjutan dari dua spesies berbeda (Supriatna 2021).



Keberlanjutan ekologi tersebut di atas merupakan bagian dari sistem biologi, yang bertujuan agar sistem tetap beragam dan produktif selamanya. Keberlanjutan dalam pengertian ini merupakan suatu proses sosial-ekologis yang diawali dengan keinginan untuk menciptakan agenda bersama yang dapat dipertahankan secara terus menerus. Mace (2014) dalam tulisannya di jurnal *Science* membahas tentang tren dan pergeseran paradigma ilmu konservasi alam dan keberlanjutan. Nampaknya ilmu pengetahuan konservasi dahulu hanya berfokus pada alam. Sebelum tahun 1970-an, spesies dan habitatnya dipandang sebagai subjek utama. Hal ini didukung oleh berkembangnya ilmu-ilmu biologi di lapangan, seperti biologi khusus untuk penyelamatan spesies, ekologi habitat, dan ekologi satwa liar. Banyak organisasi berbasis konservasi spesies dan habitat alam liar didirikan, serta organisasi internasional konservasi seperti International Union for Conservation in Nature (IUCN), World Wildlife Fund (WWF), Birdlife, dan lain-lain.

Pada awal tahun 1980-an, terjadi pergeseran dalam ilmu pengetahuan konservasi sejalan dengan meningkatnya kerusakan lingkungan yang terjadi seiring dengan pertumbuhan pesat pembangunan di negara-negara berkembang, termasuk di Indonesia. Konservasi menjadi fokus karena banyak hewan yang masuk dalam kategori kritis. Sebagai contoh adalah kita kehilangan harimau Jawa (*Panthera tigris sondaica*) dan harimau Bali (*Panthera tigris balica*). Satwa-satwa tersebut telah mengalami pengrusakan habitat atau dimanfaatkan sebagai sumber pangan, pangan dan obat-obatan tanpa mempertimbangkan kelestariannya. Selama periode ini, polusi udara, permasalahan limbah, penggunaan bahan kimia yang mematikan, dan konversi hutan untuk tanaman industri dan pertanian tersebar luas. Misalnya, kawasan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit, karet, sawah, jagung, atau kedelai di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Semua ini memunculkan gagasan untuk melihat ekosistem secara keseluruhan, menyelidiki nilai ekosistem yang rusak dan masih asli, dan tidak lagi mendekati ekosistem hanya berdasarkan spesies. Istilah 'pengembangan jasa ekosistem' juga muncul. Pada periode ini Konvensi Keanekaragaman Hayati (CBD, sebuah konvensi di dalam Perserikatan Bangsa-Bangsa) membentuk Panel Internasional tentang Keanekaragaman Hayati dan Jasa Ekosistem (IPBES) yang tugasnya mengeksplorasi lebih jauh manfaat jasa ekosistem (Supriatna & Lenz 2022).

Dari perjalanan panjang di atas, kini kita dapat melihat bagaimana selama sepuluh tahun terakhir kita telah memperoleh manfaat dari *trade-off* antara manusia dan alam. Di era ini, kita lebih fokus pada sejauh mana perubahan lingkungan dapat ditoleransi oleh manusia. Apakah kita mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan yang mungkin cukup tertekan akibat tingginya emisi gas rumah kaca (GRK) dan triliunan ton sampah plastik di lautan, dan bagaimana kita dapat memprediksi ketahanannya? Permasalahan tersebut harus dilihat dari sudut pandang ekologi sosial karena permasalahan ekologi dan sosial merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Untuk itu, pendekatan transdisipliner sangat penting. Pada gilirannya, perkembangan ekologi sosial juga

menghubungkan bidang ini dengan perekonomian. Menjadi menarik karena harus ada komitmen internasional terhadap pembangunan berkelanjutan. Komitmen ini memang harus dilakukan dengan memadukan pemecahan masalah dengan ilmu transdisipliner. Evolusi paradigma konservasi alam yang mengarah pada pendekatan transdisipliner dan sosio-ekologis kemudian sejalan dengan paradigma pembangunan dunia yaitu pembangunan berkelanjutan. Memasuki tahun 2010, isu keberlanjutan diangkat dalam berbagai pertemuan terkait lingkungan hidup, seperti United Nations Framework Convention on Climate Change (UN FCCC) dan pertemuan dunia lainnya. Tidak mengherankan jika rencana pembangunan milenium pada tahun 2000-2015 banyak menekankan pada pencapaian dunia dalam mengentaskan kemiskinan, kelaparan, pendidikan, kesehatan, dan lingkungan yang berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan memang lebih holistik dan komprehensif pada tahun 2016-2030 (Supriatna dan Lenz 2022).

Interdisipliner nampaknya penting dalam ilmu keberlanjutan, seperti halnya dalam ilmu konservasi. Hal ini mengacu pada penggunaan berbagai perspektif untuk mengintegrasikan pengetahuan ilmiah dan pilihan kebijakan dengan mengenali ketidakpastian. Agar program keberlanjutan dapat berjalan, diperlukan perantara independen – individu atau badan yang berupaya memperluas jangkauan pilihan kebijakan dengan cara yang memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan preferensi dan nilai (Pielke Jr. 2007). Fasilitator independen berbeda-beda dan mungkin memiliki keterampilan advokasi masalah yang menyimpang, mereka menyelaraskan diri dengan agenda politik atau kelompok kepentingan tertentu dan sering kali mencari bukti untuk mendukung agenda mereka sendiri (Huitema & Turnhout, 2009). Jika para ilmuwan di universitas bertindak sebagai “perantara independen” dan bukan “pendukung masalah”, mereka akan lebih mampu menyalurkan temuan mereka ke dalam pembuatan kebijakan yang akurat (Chambers et al. 2014).

Badan perantara independen dapat memediasi aliran pengetahuan dengan mendirikan pusat informasi baru yang melayani kebutuhan pengelolaan dan terdesentralisasi. Pusat-pusat baru ini dapat berfungsi secara optimal jika mencakup inventarisasi pengetahuan tentang berbagai aset dalam lanskap: manusia, sosial, keuangan, fisik, dan alam (Sayer et al., 2017). Ilmu pengetahuan kontemporer perlahan-lahan merangkul ilmu keberlanjutan berdasarkan pola kolaboratif, pendekatan interdisipliner, dan pemikiran sistem sosio-ekologis yang bekerja pada skala lanskap (Opdam, 2018). Sains harus terus melibatkan aktor dan sistem pengetahuan untuk mempengaruhi narasi pada skala intervensi yang akan dilakukan.

Suara untuk lebih banyak karya ilmiah interdisipliner semakin nyaring di masa pandemi COVID 19. Dalam buletin *University World News* tanggal 25 Juli 2020, dua rektor universitas terbaik Asia, *National University of Singapore* dan *Hong Kong University of Science and Technology*, menyatakan perlunya pendekatan transdisipliner dalam menyelesaikan masalah pandemi COVID 19, yang merupakan permasalahan yang menakutkan bukan hanya karena permasalahan kesehatan saja, namun juga karena menimbulkan permasalahan sosial dan keterpurukan ekonomi di hampir seluruh negara di dunia. Penelitian jangka panjang diperlukan karena dampak sosial dan ekonomi dari pandemi ini dapat berlangsung bertahun-tahun atau puluhan tahun lebih lama dibandingkan dampak kesehatannya, sehingga perlu dikembangkan perspektif jangka panjang. Pandemi ini, yang telah melanda setiap negara di dunia, dengan populasi orang yang terinfeksi lebih dari dua puluh juta jiwa dan tingkat kematian lebih dari 2%, telah menimbulkan dampak sosial dan ekonomi yang luas. Pembatasan ruang kerja bahkan penutupan kota, provinsi, bahkan negara telah menciptakan kontraksi ekonomi dan ketidakamanan sosial. Ilmu kelestarian lingkungan sangat dibutuhkan, apalagi dibarengi dengan pendekatan multi, inter, dan transdisipliner dalam menyelesaikan permasalahan pasca pandemi (Supriatna dan Lenz 2022).

Hingga kini ilmu keberlanjutan belum merupakan bidang atau disiplin yang otonom, melainkan berada di jenjang keilmuan dinamis yang menyatukan keilmuan dan praktik, perspektif global dan lokal dari utara dan selatan, serta disiplin lintas ilmu alam dan sosial, teknik, dan kedokteran. Meski demikian, ilmu keberlanjutan berbasis lokal dengan pendekatan penelitian transdisipliner telah berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang proses-proses pembangunan (Balvanera et.al., 2017). Ilmu keberlanjutan menjadi jalan untuk memahami bahwa lingkungan, masyarakat, dan ekonomi bersifat dinamis dan terkait erat—yang merupakan dasar minat ilmiah dalam sistem sosial-ekologis (Guerrero et.al., 2018). Keterikatan antarilmu ini diperlukan agar kita dapat mengidentifikasi titik kritis dalam sistem tersebut, dan untuk mengetahui cara untuk mencapai transformasi yang lebih berkelanjutan.

Perkembangan ilmu keberlanjutan erat kaitannya dengan filosofi suatu budaya suatu bangsa, institusi pemerintahan, dan sejarah panjang sistem dalam mengambil keputusan. Hal ini misalnya terlihat dari cara suatu lembaga sosial menjalin mitra, fleksibilitas pengambilan keputusan, dan sifat bentuk kelembagaan yang berkorespondensi langsung dengan pemangku kepentingan. Dalam hal ini, Berkes (2012) membedakan gaya ontologis antara pengetahuan lokal dan ilmu pengetahuan barat. Pengetahuan lokal memandang manusia sebagai sesuatu yang tidak dapat dipisahkan, subjek dan objek tidak dapat dipisahkan, dan pembelajaran berdasarkan pengalaman juga sama pentingnya. Sebaliknya, sains Barat menggunakan variabel-variabel yang terkotak-kotak dan bergantung pada pembelajaran eksperimental reduksionis.

Di era keberlanjutan, pengelolaan pembangunan harus melibatkan pemangku kepentingan sejak awal agar inisiatif kolaboratif dapat berjalan lebih awal. Hal ini menghindari berkembangnya sistem pengendalian top-down yang berlebihan sehingga menghambat tercapainya platform yang setara dalam pengambilan keputusan seperti yang diharapkan dalam prinsip-prinsip ilmu keberlanjutan. Platform kesetaraan ini sangat

diperlukan karena jika tidak dilakukan dengan baik, program pembangunan kolaboratif antara pemangku kepentingan dan donor tidak akan mencapai keberlanjutan (Clark 2007, Clark dan Dickson 2003). Program ini berkelanjutan ketika para pemangku kepentingan menerima atau benar-benar mengadopsi program tersebut sebagai bagian dari diri mereka sendiri. Sedangkan donor penting karena mereka mempunyai satu instrumen yang tidak dimiliki pemangku kepentingan lainnya, yaitu dana. Dana untuk program keberlanjutan biasanya dimiliki oleh lembaga donor internasional seperti bank, lembaga keuangan, dan pemegang saham yang memiliki reputasi sebagai lembaga ramah lingkungan atau rendah karbon.

Untuk menilai apakah pembangunan ekonomi berkelanjutan, tinjauan menunjukkan bahwa ukuran kekayaan yang inklusif diperlukan. Kita sebagai masyarakat perlu mengukur kekayaan alam kita dalam kaitannya dengan semua aset kita, termasuk sumber daya manusia kita. Ide tentang “kekayaan inklusif” ini memberikan ukuran yang jelas dan koheren yang berhubungan langsung dengan kesejahteraan generasi sekarang dan masa depan. Pendekatan ini memperhitungkan manfaat dari berinvestasi dan menjelaskan trade-off dan interaksi antara investasi dalam aset yang berbeda. Dasgupta (2021) menyatakan bahwa ekonomi sumber daya hayati adalah ekonomi seluruh biosfer, lebih dari 1/3 GDP dunia berasal dari “Nature” yaitu sekitar USD 10 triliun . Oleh karena itu kita harus melestarikan sumber daya hayati ini yang seharusnya memang merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui. Berbanding terbalik dengan sumber daya lain seperti mineral, minyak bumi, gas alam yang akan hilang bila dieksploitasi. Walaupun sumber daya hayati pun bila dieksploitasi berlebih juga akan mengalami kepunahan.

Eksplorasi yang berlebihan adalah salah satu faktor utama ancaman sumber daya alam hayati, termasuk perburuan, pengoleksian, penangkapan ikan, dan perdagangan jenis maupun bagian tubuhnya. Selain bertambahnya populasi manusia, peningkatan teknologi dalam intensifikasi pemanfaatan sumber daya alam juga turut mendorong

eksploitasi berlebihan. Eksploitasi berlebihan kadang memiliki tujuan yang lebih daripada sekedar nafkah dan uang, yaitu tujuan rekreasi berburu, mitos pengobatan tradisional, cendera mata, dan simbol status, contohnya: perburuan harimau di Sumatera, beberapa jenis primata dieksploitasi untuk dijadikan hewan peliharaan (Nemora, 2007).

Ilmu Keberlanjutan dan konservasi mengutamakan bahwa keberhasilan dalam mengelola Sumber Daya Alam didorong oleh keberadaan ilmu pengetahuan masyarakat lokal, teknologi inovatif, dan manajemen adaptif. Pendekatan pengetahuan lokal terhadap pengelolaan sumberdaya alam adalah konsep pertanggungjawaban terhadap generasi yang akan datang. Konsep pertanggungjawaban juga dapat menjawab kebutuhan adaptasi terhadap pengelolaan sumberdaya alam. Hal ini yang dibutuhkan oleh pengelola kawasan hutan/konservasi untuk memiliki konsep kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim dari pengelolaan hutan dan kawasan konservasi. Pemahaman saat ini tentang nilai-nilai alam terhadap manusia membedakan antara instrumental (planet, keuntungan), intrinsik (planet seperti itu) dan relasional (planet, manusia) (Pascual et.al 2023). Tiga titik kritis dalam hubungan antara manusia dan bumi memberikan makna baru pada 'triple bottom-line' yaitu keuntungan, bumi dan manusia dalam akuntabilitas publik dan swasta atas pilihan yang diambil. Sejumlah upaya untuk memahami bagaimana beban evolusi kita sebagai mamalia sosial membentuk pilihan-pilihan yang terlibat dan pilihan-pilihan yang dibuat pada titik-titik kritis ini (Noordwijk 2021).

Krisis Bumi dan Indonesia

Indonesia terletak dalam jalur "cincin api", rangkaian gunung-gunung berapi yang jumlahnya 129, dari lebih dari 400 gunung di Indonesia. Gunung tersebut banyak yang sering meletus seperti Gunung Merapi di Yogyakarta dan gunung-gunung lainnya Gunung Marapi dan Sinabung dari Sumatra, Gunung Lokon di Sulawesi, Gunung Rinjani di

Nusa Tenggara dan lainnya. Selain itu terjadi pula lempeng-lempeng bumi yang bergerak, seperti Lempeng Australia dan Lempeng Asia yang saling bertabrakan. Akibatnya, gempa sering terjadi di Indonesia, bahkan ribuan kali per tahun baik gempa besar dan kecil. Peta sumber dan bahaya kegempaan Indonesia baru-baru ini diterbitkan oleh Pusat Studi Gempa Pusat Litbang Perumahan Pemukiman, Kementerian Pekerjaan Umum bersama dengan banyak sekali instansi di Indonesia (Irsyam et al. 2017). Indonesia pun negara kepulauan yang terdiri atas lebih dari 17 ribu pulau terletak di khatulistiwa. Pulau-pulau di Indonesia mempunyai beragam bentuk, sejarah geologi dan geografi, batuan hingga pulau-pulau yang terbentuk hanya beberapa meter saja di bawah permukaan laut. Oleh karena itu pulau yang berada di ketinggian rendah dari permukaan air laut, serta yang terletak di atas lempeng serta gunung api, akan menghadapi kemungkinan bencana alam yang lebih sering dibanding dengan pulau continental yang berada di atas lempeng benua.

Selain bencana alam, Indonesia juga menghadapi tantangan yang berat akibat aktivitas anthropogenik dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan. Tantangan yang sangat besar pada tingkat global disebut sebagai *triple planet challenges* yakni tantangan akibat dampak perubahan iklim, kehilangan keanekaragaman hayati, dan meningkatnya polusi. Ketiga tantangan ini saling terkait dan merupakan akumulasi dari masalah setelah industri berkembang pesat. Tiga krisis planet tersebut menjadi kata kunci dalam satu tahun terakhir ini. Dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2020-2024 (Bappenas 2020), disebutkan kebutuhan upaya meningkatkan ketahanan bencana dan perubahan iklim sebagai salah satu dari tujuh agenda pembangunan. Artinya, krisis iklim sebagai salah satu dari tiga krisis yang dihadapi planet bumi telah menjadi prioritas pemerintah Indonesia.

Mari kita lihat isu perubahan iklim global dan di Indonesia serta kebencanaannya. Peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer akibat dari pembakaran bahan bakar fosil, adalah salah satu dari faktor-faktor

antropogenik atau perbuatan manusia yang menyebabkan pemanasan global. Fenomena kenaikan CO₂ ini mempunyai konsekuensi yang berpotensi tak dapat diubah (*irreversible*) dan menimbulkan bencana termasuk kesehatan manusia. Emisi CO₂ telah meningkat sekitar 35% semenjak era industri dimulai. Selama abad ke-20, tingkat emisi meningkat pesat, sekitar 3% per tahun. Sumber utama emisi karbon dihasilkan oleh kegiatan manusia adalah daerah urbanisasi yang memancarkan hampir 78% dari CO₂ yang dihasilkan manusia (UN, 2006), dengan perkiraan 28,4% dari emisi ini berasal dari sektor transportasi (Claussen dkk. 2001).

Kenaikan suhu global telah menyebabkan panas ekstrem yang melanda berbagai wilayah termasuk di dunia termasuk Indonesia. Tahun 2023 adalah tahun terpanas dibanding kurun waktu sebelum pra-industri, dan diperkirakan suhu bumi lebih meningkat lagi di tahun-tahun berikutnya. Bahkan Sekjen Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), Antonio Guterres, dalam Konferensi Tingkat Tinggi Ambisi Perubahan Iklim yang diselenggarakan di Markas Besar PBB di New York pada bulan September 2023 sebagai bagian dari pertemuan Majelis Umum PBB ke-78 menyatakan bahwa *'humanity has opened the gates of hell'* (kemanusiaan telah membuka gerbang menuju neraka). Pernyataan tersebut sangat didukung oleh fakta hasil monitoring kenaikan suhu di berbagai belahan dunia dibanding dengan waktu pra-industri. Bahkan dampak perubahan iklim ini sangat massif pada berbagai sektor kehidupan.

World Bank (2024) yang baru saja mengeluarkan laporan tahunan mengestimasi dampak perubahan iklim pada sektor pertanian dan pangan dengan beberapa skenario mulai dari dampak ringan (5 juta orang) dan berat (10 juta orang). Begitu juga dampak pada Kesehatan berdampak ringan (5 juta orang) hingga parah (75 juta orang), sedangkan dampak perubahan iklim yang menyebabkan bencana hidrometrologi dan *hazard* dari mulai dari dampak ringan (30 juta orang) hingga dampak yang berat sekali (100 juta orang). Angka di atas menunjukkan bahwa krisis iklim sudah menjadi masalah yang sangat genting dan perlu menjadi perhatian

serius semua negara. Di Indonesia, wilayah pesisir perlu mendapat perhatian serius. Indonesia yang mempunyai wilayah pesisir yang luas dan jumlah penduduk yang padat, sangat rentan terhadap dampak pemanasan global. Indeks Risiko Global INFORM tahun 2023 menempatkan Indonesia pada peringkat ke-47 dari 191 negara yang paling rentan terhadap bencana alam berdampak tinggi (IMF, 2021). Risiko tersebut terkait perubahan iklim, memberikan konteks di mana Indonesia harus mengambil keputusan terkait pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK).

Krisis bumi selanjutnya adalah kehilangan keanekaragaman hayati yang sangat serius baik dalam jumlah maupun kualitas habitatnya. Hilangnya keanekaragaman hayati disebabkan oleh adanya berbagai kegiatan manusia. Manusia menjadi pusat dari segala sumber persoalan krisis lingkungan hidup dan ancaman terhadap kelestarian sumber daya hayati. Oleh karena itu persoalan konservasi sumber daya hayati bukan hanya persoalan teknis biologis saja, melainkan juga persoalan sosial-budaya.

Kerusakan yang sangat serius dalam sistem alam adalah intensitas kebakaran hutan yang semakin meluas, banjir yang memecahkan rekor setiap tahunnya, perburuan dan pengambilan spesies berlebihan (*overharvesting*), dan yang paling besar adalah dampak perubahan iklim telah berdampak buruk pada ekosistem dan mengancam spesies di seluruh dunia. Salah satu ekosistem dari sistem alam yang terancam adalah terumbu karang. Terumbu karang berperan penting dalam menjaga keanekaragaman hayati di lautan, namun kini menghadapi kondisi yang semakin parah seiring dengan memanasnya perairan, sehingga menyebabkan fenomena yang dikenal sebagai gelombang panas laut. Walaupun dalam PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences) terungkap kompleksitas dan beragamnya cara terumbu karang beradaptasi, atau berjuang untuk beradaptasi, terhadap lingkungan laut yang berubah dengan cepat, namun selama satu dekade, terumbu karang ini mengalami gelombang panas laut yang signifikan pada tahun 2014,

2015, dan 2019. Hal ini memberikan peluang unik untuk mengidentifikasi individu-individu yang tahan dan rentan terhadap *bleaching* atau pemutihan terumbu karang. Temuan mereka menyoroti ketahanan beberapa populasi terumbu karang sekaligus menandai kerentanan terumbu karang lainnya (Wernberg et al 2024).

Di Indonesia kerusakan terumbu karang baik akibat perubahan iklim maupun akibat pencemaran atau polusi juga sangat besar. Menurut penelitian Badan Informasi Geospasial (BIG) luas terumbu karang di Indonesia sekitar 2,5 juta ha dan menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2017) terumbu karang di Indonesia 34% berada dalam keadaan buruk, 42% agak baik dan hanya 21% dinyatakan sehat. Banyak faktor yang membuat kematian terumbu karang, tetapi faktor yang sangat serius adalah dampak dari kenaikan suhu permukaan air laut, yang menyebabkan terjadinya pemutihan terumbu karang (*bleaching*). Pemutihan ini disebabkan oleh keluarnya alga *Zooxanthella* yang bersimbiosis dengan terumbu karang akibat suhu permukaan laut yang meningkat dan tidak dapat ditoleransi. Kerugian ekonomi dari kerusakan terumbu karang ini di Asia Tenggara mencapai USD 38,5 miliar (Cesar et.al 2002). Diperkirakan pada tahun 2100, Indonesia kehilangan terumbu karang yang akan diikuti oleh kekurangan ikan bagi sekitar 60 juta nelayan di Indonesia (Supriatna dan Lenz 2022).

Krisis bumi selanjutnya adalah polusi kimia, plastik, air dan udara. Polusi lingkungan terjadi di setiap sudut bumi, polutan terakumulasi di lingkungan dan mengakibatkan gangguan bagi habitat yang terus terjadi hingga saat ini. Polutan tidak hanya berdampak kepada lingkungan abiotik, tetapi juga berdampak kepada lingkungan biotik. Polusi dapat diartikan sebagai masuknya bahan pencemar ke lingkungan sehingga mengakibatkan ketidakseimbangan pada lingkungan. Bahan-bahan penyebab polusi (polutan) lingkungan saat ini tersebar luas di seluruh dunia. Polutan secara langsung dapat memengaruhi sumber daya biologi dengan cara mengubah keseimbangan kimiawi air dan tanah, menyebabkan kematian pada hidupan liar, atau memengaruhi fungsi

ekosistem. Senyawa-senyawa kimia sintetik banyak dimanfaatkan masyarakat modern untuk memberikan kenyamanan hidup, meningkatkan produksi pangan dan mencegah timbulnya penyakit. Senyawa-senyawa kimia yang banyak digunakan dalam produksi barang sehari-hari, seperti pakaian, komputer, kemasan makanan ternyata juga dapat mencemari lingkungan. Ancaman senyawa-senyawa tersebut terhadap manusia dan hidupan liar dapat berasal dari aspek fisik, toksisitas, dan pemakaian yang berlebihan (Supriatna 2021)

Polusi udara terutama disebabkan oleh transportasi, penggunaan bahan bakar, serta pemanasan udara dalam proses industri dan pembakaran hutan dan lahan pertanian. Polutan udara dapat berupa asap pembakaran, uap yang dihasilkan dari reaksi kimia, debu dari proses industri dan pertanian. Berbagai polutan udara tersebut dapat memberikan dampak yang merugikan bagi manusia dan lingkungan. Asap pabrik dan kendaraan dapat diterbangkan angin hingga ratusan kilometer dan memengaruhi daerah lain yang belum terpapar. Hujan asam telah menyebabkan degradasi habitat perairan tawar dan hutan di banyak negara. Penyebab utama hujan asam adalah sulfur dioksida (SO_2) dari pembangkit listrik tenaga bahan bakar fosil. Senyawa kimia tersebut di atmosfer diubah menjadi asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrit (HNO_2). Kedua senyawa asam tersebut tetap tinggal di atmosfer selama berminggu-minggu atau diterbangkan angin hingga ratusan kilometer sebelum akhirnya kembali ke permukaan bumi sebagai hujan asam (Supriatna 2021). Sebagai contoh, pada tahun 2023 lalu, Jakarta yang dikelilingi oleh lebih dari 10 pembangkit listrik berbahan baku batubara, mengalami penurunan indeks kualitas udara menjadi tidak sehat, yang diduga akibat aliran angin dari pembangkit listrik tersebut mengarah ke Jakarta.

Sampah merupakan salah satu masalah di berbagai negara di dunia, termasuk Indonesia. Sampah adalah produk buangan yang berasal dari kegiatan manusia, seperti kegiatan industri, perdagangan, pertanian, dan rumah tangga. Tahun 2019 jumlah timbunan sampah di Indonesia

mencapai 67,8 juta (KLHK 2020). Lebih dari 75.000 bahan kimia sintetis telah dihasilkan manusia dalam beberapa puluh tahun terakhir. Banyak darinya yang tidak berwarna, berasa dan berbau, namun berpotensi menimbulkan bahaya kesehatan. Sebagian besar dampak yang diakibatkannya memang berdampak jangka panjang, seperti kanker, kerusakan saraf, gangguan reproduksi dan lain-lain. Salah satu yang menjadi masalah besar saat ini adalah sampah plastic. Dalam buku CBD Technical series No. 67 (2012) dibahas lebih dalam dampak dari plastik dan mikroplastik pada hewan laut yang akhirnya membahayakan kesehatan manusia. Kematian mamalia laut, penyu dan burung disebabkan karena tersangkut sampah plastik, sehingga tidak dapat kembali ke permukaan air. Sampah plastik yang tertelan burung laut dan penyu juga merupakan penyebab utama kematian hewan-hewan tersebut. Tidak hanya sampah plastik, tetapi sampah mikroplastik pun juga tertelan. Polimer plastik dapat menyerap DDT, PCBs dan polutan minyak lainnya. Konsentrasi polutan-polutan tersebut dalam partikel plastik menjadi jutaan kali lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi polutan-polutan tersebut di perairan. Apabila masuk ke dalam jaringan makanan, partikel plastik tersebut akan sangat membahayakan hidupan liar dan manusia karena adanya pengonsentrasian racun dan transfer secara terus-menerus dari senyawa-senyawa berbahaya. Indonesia juga merupakan penghasil sampah plastik nomor 2 setelah China (Jambeck et al., 2015). Krisis sampah plastik di laut menjadi masalah bukan hanya pada kehidupan biota di laut tetapi juga pada manusia yang memakan mikroplastik secara tidak langsung melalui ikan yang ditangkap dari laut.

Bagaimana Indonesia berkontribusi memecahkan berbagai masalah krisis bumi?

A. Krisis Iklim: Kesenjangan dan Kesempatan

Beberapa butir pemikiran dalam menyelesaikan krisis iklim adalah dengan memakai berbagai pendekatan, tindakan dan reorientasi kebijakan. Ada beberapa catatan secara global dari Intergovernmental

panel on climate change (IPCC) tentang bagaimana memitigasi emisi karbon, serta mengantisipasi kemungkinan dampak dari perubahan iklim dengan cara beradaptasi. Beberapa hal teknis pendanaan untuk memitigasi dan mengadaptasikan masyarakat juga sangat diperlukan. Selain itu juga monitoring dan verifikasi komitmen setiap negara sesuai dengan kontribusi yang ditetapkan oleh negara (Nationally Determined Contribution - NDC) mereka. Kerjasama teknis dalam upaya-upaya penurunan emisi dengan negara maju sangat diperlukan khususnya bagaimana keterlibatan *non-state actor* seperti pakar dari universitas dan Lembaga riset. Beberapa butir dibawah ini mungkin diperlukan untuk kemajuan Indonesia menurunkan emisinya.

1. Indonesia telah menunjukkan komitmen yang kuat untuk mengurangi emisi karbon dengan terlibat dalam negosiasi perubahan iklim global. Faktanya, negara ini telah menjadi peserta aktif dalam perubahan iklim global sejak tahun 1992, ketika KTT Bumi di Rio de Janeiro diadakan dan UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) dibuka untuk ditandatangani (Gaora et.al., 2023; USAID, 2022). Selain itu Indonesia telah mengambil bagian dalam berbagai forum perubahan iklim internasional dan pengembangan kebijakan dan strategi untuk mengatasi tantangan lingkungan. Ratifikasi Perjanjian Paris (*Paris Agreement*) yang dilakukan Indonesia merupakan salah satu dari berbagai perjanjian yang diikuti oleh Indonesia untuk menunjukkan komitmennya untuk mengurangi emisi karbon (MOEF 2023). Walaupun sudah ada kemajuan dalam mengikuti negosiasi dengan berhasil, namun ada beberapa hal yang sangat diperlukan saat ini seperti penguatan kemampuan negosiasi di berbagai tingkat di kementerian dan Lembaga yang terlibat. Ada gagasan dari Institute for Sustainable Earth (I-SER) untuk membuat School of Environmental Diplomacy bekerjasama dengan berbagai Lembaga dan pakar di UI yang dapat membantu dalam meningkatkan kapasitas negosiator secara berkelanjutan.

2. Sebagai negara berkembang, Indonesia harus menghadapi berbagai tantangan keputusan yang melekat dalam proses transformasi ekonomi dan politik. Sebagai konsekuensi dari upaya mengejar pertumbuhan ekonomi, Indonesia menghadapi pengawasan dan kekhawatiran internasional mengenai cara Indonesia mengelola sumber daya alam dan lingkungan yang dianggap berkontribusi terhadap emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Indonesia menduduki peringkat ke tujuh penghasil emisi GRK terbesar di dunia dengan total pangsa sebesar 3,11% (Climate Watch, 2023), dengan perubahan Tata Guna Lahan dan Kehutanan (LUCF – Landuse Change and Forestry), saat ini menduduki peringkat teratas penghasil emisi terbesar diikuti oleh sektor energi (Bappenas, 2019; IMF, 2021; Ritchie et.al., 2020). Pada tahun 2020, sektor perubahan penggunaan lahan dan kehutanan bertanggung jawab atas 499,34 juta ton karbondioksida setara (CO₂eq) sedangkan sektor energi, terutama penggunaan bahan bakar fosil, menyumbang 247,55 juta ton CO₂eq (Ritchie et.al., 2020). Signifikansi kedua sektor ini, sektor berbasis lahan dan energi, terhadap tingkat emisi GRK dan stabilisasi iklim global tidak bisa tidak akan menarik perhatian komunitas global.
3. Angka Deforestasi Netto Indonesia tahun 2021-2022 mengalami penurunan sebesar 8,4 %, walaupun angka ini belum mencerminkan bagaimana rerata penurunan selama periode sepuluh atau dua puluhan tahun. Apabila dilihat dari data setiap periode sejak 1996-2000, besaran deforestasi dapat mengalami peningkatan atau pengurangan. Hal itu terjadi karena dinamisnya perubahan penutupan lahan akibat aktivitas manusia dalam memanfaatkan lahan sehingga mengakibatkan hilangnya tutupan hutan atau penambahan tutupan hutan karena penanaman (MOEF 2023). Sebagai gambaran umum, data deforestasi mulai periode tahun 1996-2000 hingga periode tahun pemantauan 2020-2021 menunjukkan bahwa deforestasi berhasil diturunkan pada titik terendah dalam 20 tahun terakhir yaitu pada angka 0,11 juta ha. Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) tahun 2023 berhasil ditekan lebih kecil dibandingkan tahun 2019 dengan pengaruh

El-Nino yang hampir sama, bahkan dengan kondisi 2023 yang lebih kering. Kondisi ini diantisipasi melalui berbagai upaya pencegahan karhutla sejak awal tahun dan secara konsisten dilakukan berbagai upaya untuk mencegah karhutla, mulai dari monitoring hotspot, penetapan kebijakan, aksi-aksi di lapangan baik aksi pencegahan, pemadaman, hingga penegakan hukum. Hal ini dapat menjadi indikasi adanya keberhasilan upaya pencegahan kebakaran hutan dan lahan yang efektif. Keberhasilan ini dicapai melalui keterpaduan dan kolaborasi para pihak dalam pengendalian kebakaran hutan dan lahan. Indonesia berhasil memitigasi dampak El Nino sehingga jumlah hotspot dan luas kebakaran tidak setinggi tahun-tahun sebelumnya. Luas kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2023 menurun 29.59% dibanding dengan tahun 2019, dari 1,64 juta menjadi 1.16 juta ha (MOEF 2023).

4. Sebagai kontributor emisi utama yang dihasilkan dari LUCF dan sektor energi, Indonesia terus menekankan posisinya terhadap LUCF berkelanjutan dan praktik energi sebagai hal yang penting secara internasional. Hal ini dibuktikan dengan penekanan berkelanjutan Indonesia pada NDC, rencana nasional tidak mengikat yang muncul sebagai komponen utama Paris Agreement, dan peran penting yang dimiliki LUCF dan sektor energi dalam langkah-langkah kebijakan seperti mendorong keberlanjutan. Beberapa contoh adalah pengelolaan hutan dan penerapan teknologi penangkapan karbon di pembangkit listrik (IMF, 2021). Namun, kita perlu melihat lebih dekat masuknya LUCF dan sektor energi ke dalam sektor kebijakan luar negeri bahwa hal ini lebih dari sekedar produk yang mempunyai arti penting dalam kebijakan perubahan iklim. Sebaliknya, hal ini juga dipengaruhi oleh tindakan aktor internasional lainnya yang juga melakukan upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Indonesia berupaya untuk berkontribusi pada upaya kolektif dan menunjukkan kepatuhan terhadap norma-norma rezim lingkungan internasional dengan meningkatkan tata kelola di sektor LUCF dan energi. Hal ini dilakukan melalui langkah-langkah antara lain *Forestry and Other*

Land Use (FOLU) Net Sink 2030, sebuah inisiatif yang bertujuan agar negara dapat mencapai kegiatan penyerapan karbon dari sektor FOLU yang sama atau lebih besar dari keseluruhan emisi Indonesia pada tahun 2030 (MOEF 2023), dan komitmen untuk mencapai *Net Zero Emission* pada tahun 2060 atau sebelumnya (IEA, 2022; Republik Indonesia, 2022). Walaupun demikian, gambaran negatif tentang Indonesia dalam praktek yang dianggap tidak berkelanjutan di sektor LUCF dan energi masih banyak terjadi. Untuk itu dua hal penting solusinya yaitu aksi riset bersama dengan berbagai lembaga internasional selain diseminasi keberhasilan Indonesia menurunkan emisi oleh pemangku kepentingan, bukan hanya oleh pemerintah.

5. Komitmen Indonesia dalam upaya menjaga kenaikan suhu global sesuai Paris Agreement telah dituangkan dalam Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional (*Nationally Determined Contribution, NDC*) yaitu pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada tahun 2030 sebesar 31,89% dengan upaya sendiri dan sebesar 43,20% dengan bantuan internasional. Selain itu, Indonesia juga telah menyampaikan visi dan formulasi jangka panjang melalui dokumen *Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience (LTS-LCCR 2050)*, termasuk rencana *Net Zero Emission (NZE) 2060* atau lebih cepat. Untuk mendukung rencana pencapaian NZE 2060 atau lebih cepat, sektor FOLU (Forestry and Other Land Use) dan energi menjadi tulang punggung pengurangan emisi GRK Indonesia. Untuk memastikan kontribusi dari sektor FOLU, Indonesia telah menyusun Rencana Operasional FOLU Net-Sink 2030 (MOEF 2023).
6. Keseriusan pemerintah Indonesia dalam penanganan perubahan iklim dan pencapaian target NDC telah disampaikan oleh Presiden Joko Widodo dalam pidato pada pembukaan Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Perubahan Iklim atau COP28 Dubai, di Uni Emirat Arab akhir tahun 2023. Penyampaian terkait keberhasilan tersebut tentunya didukung dengan data dan informasi yang akurat, transparan dan kredibel. Dilaporkan bahwa dari hasil perhitungan

inventarisasi GRK nasional menunjukkan tingkat emisi GRK di tahun 2022 sebesar 1.220 Mton CO₂e yang diperoleh dari masing-masing kategori/sektor yakni Energi sebesar 715,95 Mton CO₂e, Proses Industri dan Penggunaan Produk, sebesar 59.15 Mton CO₂e, Pertanian sebesar 89,20 Mton CO₂e, Kehutanan dan Kebakaran Gambut sebesar 221,57 Mton CO₂e dan Limbah sebesar 221,57 Mton CO₂e. Apabila dibandingkan dengan tahun sebelumnya (2021), total tingkat emisi naik sebesar 6,9 %. Namun tingkat emisi tahun 2022 apabila dibandingkan dengan skenario *business as usual* (BAU) pada tahun yang sama menunjukkan pengurangan sebesar 42,3% (MOEF 2023). Keberhasilan penurunan emisi ini perlu didiseminasi bukan hanya oleh pemerintah tetapi *non-state actor* lainnya yang sering lebih didengar oleh masyarakat internasional.

7. Sektor energi memiliki peran strategis dalam menciptakan lingkungan yang lebih baik melalui proses transisi energi, khususnya pengembangan Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (Halimatussaudah et al. 2022). Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan (EBTK) tahun 2022, Rencana Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Baru Terbarukan pada Green RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) PLN 2021 - 2030 akan menghasilkan total investasi sekitar USD 55,18 Miliar, membuka 281 ribu lapangan kerja baru dan mengurangi emisi GRK sebesar 89 juta ton CO₂eq. Indonesia menyadari pentingnya menjaga sektor energi secara ekonomi karena 7,5 persen total pendapatan pemerintah diperoleh dari pertambangan minyak, gas, dan batu bara. Sebagai peserta negosiasi perubahan iklim global, Indonesia juga berupaya menunjukkan kepeduliannya terhadap iklim dan ingin mengintegrasikan aksi iklim ke dalam agenda pembangunan negara. Namun, cukup banyak berkas perundingan perubahan iklim global yang membuat posisi Indonesia terjepit. Diskusi mengenai sektor-sektor seperti energi tidak hanya dapat menyoroti Indonesia sebagai negara yang perekonomiannya secara intensif beroperasi pada sektor ini, namun juga adanya kesenjangan

antara komitmen yang dijanjikan terhadap norma-norma universal pembangunan berkelanjutan dan implementasi dalam negeri dari sektor-sektor energi kotor (Taufik, 2017). Misalnya, meskipun telah menandatangani Transisi Batubara Global ke Tenaga Bersih dan Deklarasi Pemimpin Glasgow tentang Hutan dan Tata Guna Lahan, yang keduanya diumumkan pada COP26 Glasgow, Indonesia telah membatasi dukungannya sehingga memicu kritik lebih lanjut dari komunitas global (Burke, 2022). Oleh karena itu, akan menjadi tantangan bagi para pejabat Indonesia untuk mengatasi permasalahan ini dan meyakinkan komunitas global dalam arena negosiasi. Untuk menghadapi tantangan yang kompleks di mana kemakmuran ekonomi, keberlanjutan, dan masalah lingkungan hidup saling bersinggungan, Indonesia berupaya menerapkan strategi untuk negosiasi internasional.

8. Menjadi sangat menarik perhatian kita adalah bagaimana kita membiayai penurunan emisi sesuai dengan *enhanced NDC* yang sudah ditetapkan. Sampai tahun 2030, biaya untuk memitigasi dan mengadaptasi dampak dari perubahan iklim cukup besar hingga Rp 8,48 triliun per tahun (BKF 2020). Indonesia sudah membuat perencanaan sangat progresif dalam bidang ekonomi hijau (Green Economy) dan biru (Blue Economy) agar dapat mendukung ekonomi berkelanjutan. Sebagai contoh adalah kemitraan dengan berbagai organisasi internasional. Sebagai contoh adalah telah disetujuinya pendanaan untuk program Partnership Transisi Energi Berkeadilan (Just Energy Transition Partnership-JETP) sebesar USD 20 milyar. Indonesia mendapatkan pendanaan dari Climate Investment Fund sebesar USD 500 juta dan dapat ditingkatkan menjadi USD 4 miliar. Selain itu juga mendapat USD 500 juta karena sebagai co-inisiator dari AZEC (Asia Zero Emissions Community) untuk transisi energi nasional.
9. Pembicaraan iklim antarnegara selama dua pekan di Bonn, Jerman, yang berakhir pada akhir tahun 2023 menghasilkan kesimpulan

menyedihkan yaitu negara-negara maju tidak mau mengganti kerugian lingkungan dari aktivitas emisi dan pengerukan sumber daya alamnya di negara berkembang. Negara seperti Amerika Serikat dan Eropa merasa tak berkewajiban membayar kompensasi. Mereka menganggap pembayaran ini akan menguras kas negara miliaran dolar sampai puluhan tahun ke depan. Sikap ini berlawanan dengan komitmen negara tersebut untuk mengeluarkan USD 100 miliar (sekitar Rp 148 triliun) per tahun untuk mitigasi dan juga USD 100 miliar untuk adaptasi perubahan iklim di negara-negara berkembang. Dana tersebut bahkan tidak cukup untuk menangkal pemanasan global. Kebutuhan pendanaan sebenarnya diperkirakan mencapai US\$ 2,4 triliun (Rp 35.571 triliun) hingga 2035. Upaya ganti rugi ini juga disepakati dalam agenda khusus “*Loss and Damage*” (kerugian dan kerusakan) dalam kesepakatan Paris, perjanjian yang menentukan langkah global menahan laju kerusakan bumi (McGrath 2022).

10. Mobilisasi pendanaan swasta global dan dalam negeri, serta mobilisasi sumberdaya domestik tidak kalah penting sebagai pelengkap syarats-syarat pemungkin (*enabling conditions*). Mobilisasi pendanaan swasta untuk aksi perubahan iklim ini erat terkait Kesepakatan Paris khususnya Artikel 2.1(c) dengan tujuan “menjadikan arus pendanaan [*financing flows*] konsisten dengan *pathway* menuju emisi rendah GRK dan Pembangunan tahan iklim” dan upaya memenuhi target mobilisasi *climate finance* sebesar USD 100 milyar setiap tahun dari negara-negara maju ke negara-negara berkembang. Menurut kajian OECD (2023), pada tahun 2021 jumlah itu baru sebesar USD 89,6 milyar, meski terus meningkat. Dari besaran tersebut, sebagian besar (USD 73 milyar) datang dari sektor publik, baik melalui skema bilateral maupun multilateral. Pendanaan swasta masih terbilang kecil, baru sebesar 16% (USD 14 milyar) dari keseluruhan jumlah tersebut. Indonesia mempunyai kisah transformatif yang membanggakan untuk mobilisasi *public finance* domestik. Pada tahun 2023, Indonesia berhasil mobilisasi pendanaan

dari Dana Alokasi Umum (DAU) untuk seluruh provinsi dan kabupaten/kota di tanah air, dengan mempertimbangkan tutupan hutan (*forest cover*). Menurut perhitungan Center for Climate and Sustainable Finance (CCSF) UI, yang merupakan salah satu center di bawah Institute for Sustainable Earth and Resources (I-SER) FMIPA UI, lebih dari USD 1 milyar atau tepatnya Rp 17 triliun dari dana transfer DAU Indonesia untuk pemerintah daerah pada tahun fiskal 2023 adalah karena keberadaan tutupan hutan daerah. Sementara itu, dalam hal pendanaan swasta di Indonesia, terdapat kebangkitan pada dua tahun terakhir ini untuk skema-skema mobilisasi seperti *green bonds* dan *sustainability-linked bonds*. Bank-bank besar seperti BNI, BRI, dan Bank Mandiri telah meluncurkan berbagai seri obligasi berwawasan lingkungan, selalu *oversubscribed* pada saat diluncurkan, untuk mendanai sekitar sepuluh kelompok kegiatan usaha berwawasan lingkungan (KUBL), termasuk untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim serta pengelolaan sumberdaya alam hayati dan penggunaan lahan berkelanjutan. Kita semua berharap, inovasi berbentuk mobilisasi dana publik dalam negeri dan pendanaan swasta semacam itu, baik di tingkat nasional maupun global, diharapkan memungkinkan berbagai *arrangement* berupa pendanaan-pendanaan campuran atau *blended finance* yang lebih nyata, kongkrit, dan bermakna.

11. Pada Paris Agreement upaya penurunan emisi dan pengendalian perubahan iklim bersifat mandatori umum sesuai kapasitas dan kapabilitas masing-masing negara (Paris Agreement, 2015), termasuk kepada Indonesia yang kemudian meratifikasinya pada tahun 2016 (Ratifikasi Paris Agreement, 2016a). Sifat mandatori umum Paris Agreement diharapkan mendorong komitmen yang lebih tinggi dari negara-negara pendukung untuk menurunkan emisi hingga nol persen (0%) atau lazim disebut Net Zero Emissions (NZE). Target NZE masing-masing negara yang telah meratifikasi Paris Agreement sangat bervariasi. Negara-negara maju yang memiliki kapasitas ekonomi lebih tinggi memasang target NZE lebih cepat

dibandingkan negara-negara berkembang (Matemilola dan Salami, 2020). Pemerintah China, misalnya, mulai menerbitkan kebijakan bahkan sejak mereka belum mencanangkan target NZE pada tahun 2020, dan setelah pencanangan NZE dikeluarkan kebijakan-kebijakan pun menjadi lebih agresif (Jiutian et al., 2022). Sedangkan pemerintah Amerika telah menerbitkan peta jalan tiga tahap yang masing-masing disebut Action Period (5-7 tahun), Expansion Period (15 tahun), dan Scaling Period (25 tahun) (Li et al., 2022).

12. Salah satu upaya untuk pencapaian target NZE dan NDC dalam usaha mengendalikan perubahan iklim adalah dengan mengurangi tingkat emisi CO₂, dengan metode *Carbon Capture and Storage* (CCS) dan *Carbon Capture Utilization and Storage* (CCUS). Oleh karena itu penelitian di Indonesia juga harus difokuskan pada CCS/CCUS yang merupakan salah satu aksi mitigasi yang perlu dilaksanakan dalam rangka menjalankan komitmen pembangunan berkelanjutan dan tindaklanjut dari ratifikasi Paris Agreement. Teknologi CCS adalah teknologi untuk menangkap emisi CO₂ untuk kemudian disimpan pada formasi geologi di bawah tanah (Ma et al., 2022). Menurut Robertson (2022) proses CCS adalah CO₂ ditangkap dari sumber yang tidak bergerak, seperti pembangkit listrik, kemudian diangkut ke lokasi injeksi dan disimpan di lapisan akuifer garam atau lapisan geologi lainnya. CCUS adalah teknologi untuk menangkap emisi CO₂ untuk kemudian dimanfaatkan dan kemudian disimpan pada formasi geologi di bawah tanah (Hasan et al., 2022). Secara umum rangkaian kegiatan CCS/CCUS terdiri dari (1) menangkap emisi yg mengandung CO₂, (2) ekstraksi komponen CO₂, (3) transportasi CO₂, dan (4) pemanfaatan di berbagai industri, termasuk peningkatan produksi minyak dan gas bumi, serta (5) penyimpanan pada struktur geologi. Selanjutnya, karena penyimpanan CO₂ pada formasi geologi memiliki risiko kebocoran dan rembesan, diperlukan adanya kegiatan Monitoring, Reporting, and Verification (MRV) yang dilaksanakan mulai saat proses injeksi CO₂ ke bawah tanah sampai dengan perioda tertentu masa penyimpanan CO₂ (Leonzio, et.al., 2020).

B. Krisis Keanekaragaman Hayati: Mencegah Kepunahan dan Memanfaatkan Jasa Ekosistem

Pembangunan berkelanjutan di bidang bentang alam (*landscape*), bentang laut (*seascape*) dan konservasi spesies tidak akan tercapai bila dilaksanakan tanpa bantuan ilmu pengetahuan dan ko-generasi pengetahuan. Kogenerasi pengetahuan berarti pembelajaran yang didapat dari pembangunan di tingkat bentang alam kemudian diadaptasi dengan membangun kapasitas sumber daya manusia, dan hal ini harus berbasis ilmu pengetahuan. Pendekatan bentang alam dan bentang laut berupaya untuk mengadaptasi konservasi dan konteks lokal, dalam pengertian sistem sosio-ekonomi lokal. Bahkan pendekatan terbaik terhadap pengelolaan hutan dan laut harus dimulai dengan melihat ilmu pengetahuan (Langston et.al. 2019, Supriatna dan Lenz 2022). Konservasi merupakan upaya yang di dalamnya tergabung pendekatan multidisiplin ilmu pengetahuan. Masyarakat konservasi adalah masyarakat yang dalam interaksinyadengan sumber daya alam dan lingkungan hidup senantiasa memegang teguh dan berperilaku sesuai dengan prinsip etika, kaidah dan norma yang berlaku pada sistem alam.

1. Kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi akan bergantung pada kerangka kerja keanekaragaman hayati di masa depan. Oleh sebab itu, di dalam tata kehidupan dunia, Indonesia, dengan kekayaan sumber daya hayati yang dipunyai akan menempati posisi yang sangat sentral bagi peradaban manusia masa depan. Konservasi keanekaragaman hayati menjadi keniscayaan dan mutlak harus dilakukan untuk menjamin kekayaan tersebut berkelanjutan. Pentingnya sumber daya alam (SDA) hayati bagi umat manusia, diakui masyarakat dunia secara formal melalui suatu perjanjian internasional yaitu Konvensi mengenai Keanekaragaman Hayati (Convention on Biological Diversity/ "CBD") pada tahun 1992. Dalam preambull CBD, konvensi menyatakan bahwa keanekaragaman hayati merupakan penopang sistem penyangga kehidupan manusia yang penting bagi evolusi; menjaga sistem

biosfer ini yang membuat kehidupan manusia berkelanjutan; serta menekankan kekhawatiran akan laju kerusakan dan kehilangan keanekaragaman hayati yang sedang terjadi saat ini (Samedi 2015). Oleh karena itu, konservasi, pemanfaatan yang lestari serta keadilan bagi masyarakat atas pemanfaatannya menjadi hal yang penting (Supriatna 2018, Jompa et al 2019). Untuk itu setiap negara yang ikut dalam konvensi keanekaragaman hayati diminta untuk menambah kawasan konservasi baik di darat dan laut sebesar 30% pada tahun 2030. Saat ini di Indonesia, hingga 2020 kawasan hutan yang dilindungi bukan kawasan konservasi telah mencapai 54%, namun untuk kawasan laut baru mencapai 8,7%.

2. Keanekaragaman hayati dapat dipandang sebagai fondasi ketahanan kesehatan dan pangan manusia karena mendukung berfungsinya ekosistem di mana manusia bergantung untuk mendapatkan sumber pangan, air bersih, mengatur iklim, banjir dan mengendalikan penyakit. Secara eksplisit CBD juga berfokus pada kontribusi jasa ekosistem terhadap kesehatan, mata pencaharian dan kesejahteraan (CBD 2012). Selain itu, kekayaan ekosistem beserta keanekaragaman spesies dan genetiknya mempunyai nilai potensial dan aktual sebagai sumber pangan saat ini, sumber pangan baru maupun alternatif yang dapat didedikasikan untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim. Keanekaragaman sumber daya genetik, spesies dan mikroba memiliki properti obat-obatan yang dapat menyediakan solusi bagi isu kesehatan sekarang maupun masa depan (Sukara 2013). Berbagai komponen keanekaragaman hayati yang mengandung biomasa termasuk *micro-algae* dapat dipakai sebagai sumber bahan bakar (*biofuel*). Berbagai spesies tumbuhan liar dapat dengan mudah dikonversi menjadi gula monomerik (*monomeric sugar*) yang mungkin dapat dipakai sebagai stok produksi bahan bakar berbasis biomasa di masa depan, tanpa harus menjadikan konflik dengan produksi pangan (US Dept of Energy 2012). Beberapa riset pendahuluan di Indonesia menunjukkan ribuan spesies mikroba asli Indonesia, utamanya jamur, mempunyai potensi sebagai obat-

obatan dan kosmetik yang memungkinkan untuk dipatenkan (Sukara 2013).

3. Berbagai SDA seperti air dan udara bersih, hidupan liar, pemandangan indah, dianggap sebagai sumber daya milik umum (*common property*) atau sumber daya terbuka bagi siapapun yang ingin memanfaatkannya (*open access*). Dengan demikian sumber daya ini dihargai terlalu rendah dibanding nilai yang seharusnya dan tidak ada biaya lingkungan sebagai faktor eksternalitas ekonomi yang semestinya dibayarkan untuk memperbaikinya. Keadaan ini menyebabkan terkurasnya sumber daya alam secara cepat yang pada akhirnya tidak memberikan manfaat ekonomi bagi siapapun. Kondisi ini, yang oleh Garrett Hardin disebut sebagai "*tragedy of the commons*," bersumber pada jumlah penduduk yang meningkat secara eksponensial dan sumber daya alam yang jumlahnya tetap, sementara tidak ada aturan yang efektif bagi pemanfaatan sumber daya alam milik umum tersebut. Hal ini menimbulkan kegagalan pasar karena adanya eksternalitas pada sumber daya alam hayati yang tidak dimasukkan di dalam sistem produksi (Hardin 1968).
4. Indonesia merupakan rumah bagi sebagian besar hutan hujan tropis yang tersisa di dunia. Selama tiga tahun berturut-turut Indonesia telah berhasil mengurangi laju deforestasi di hutan primer). Indonesia adalah negara dengan kekuatan pertanian, dengan sektor pertanian dan sumber daya alam berbasis lahan menghasilkan 17 % dari Produk Domestik Bruto (PDB) negara. Sementara 93% petani di Indonesia adalah petani kecil. Sekitar 11 juta pekerja dan keluarga mereka bergantung pada industri kelapa sawit, yang menghasilkan 20 % pendapatan ekspor nasional (setara dengan USD 17,7 miliar per tahun). Selain itu, 16 juta orang bekerja pada tanaman pangan lainnya, 4 juta orang bekerja di bidang peternakan dan 3 juta orang bekerja di sektor tanaman pangan. Dengan keluarnya EUDR (European Union Deforestation Regulation), perdagangan sumber daya alam lebih cenderung memihak lingkungan dan keberlanjutan

komoditi. Dampak dari regulasi Eropa ini adalah 8 komoditi andalan Indonesia sangat mungkin terkena pembatasan ekspor ke Eropa antara lain kelapa sawit, coklat dan kopi. Pada dasarnya EUDR menghendaki komoditi yang diekspor ke EU harus bebas dari deforestasi, mengikuti aturan regulasi lokal dan jelas uji tuntas yang dilakukan EU. Oleh karena itu perlu *traceability* dari produk yang diekspor ke EU. Persoalannya adalah pengembang komoditi itu hampir 98% adalah petani kecil dengan lahan kurang dari 4 ha bahkan kepemilikan lahan di Jawa lebih kecil lagi. Untuk mengatasinya Indonesia memerlukan dana dan strategi untuk membuat pekerjaan besar tersebut yang sekarang sedang dikerjakan yaitu *National Dashboard*, *platform digital traceability*, model *due diligence* yang ketat serta *clearing house* yang dapat menjadi hub bekerjasama antara pemerintah, universitas, sektor swasta, petani dan lembaga Swadaya Masyarakat.

5. Isu utama dalam konservasi adalah mencegah kepunahan yang dapat terjadi di semua tingkatan keanekaragaman hayati baik ekosistem, spesies maupun genetik. Kepunahan, terlebih yang bersifat massal, harus dicegah. Satu-satunya cara pencegahannya adalah konservasi dalam arti luas, termasuk pengelolaan kawasan hutan, sungai dan laut secara berkelanjutan. Untuk mempertahankan stabilitasnya, ekosistem alam mempunyai tingkat ketahanan (*resistensi*) dan daya lenting (*resiliensi*) dalam menghadapi gangguan atau tekanan dari luar. Walaupun alam dapat mengembalikan dirinya ke tingkat semula, ancaman yang kecil pun pada tahap tertentu dapat mengakibatkan kehilangan spesies secara total (Supriatna 2018). Selama spesies aslinya masih tetap ada, maka komunitas biologi itu akan cenderung kembali ke tingkat aslinya. Demikian pula halnya di tingkat genetik dimana variasi genetik pada suatu spesies dapat berkurang jika jumlah individu di dalam populasi berkurang, tetapi spesies dapat mengembalikan variasi genetiknya melalui mutasi dan rekombinasi. Namun, ketika suatu spesies punah, informasi genetik yang unik dalam materi DNA maupun kombinasi khusus sifat-sifat

unik yang dimilikinya, akan hilang selamanya. Akibatnya, komunitas dan ekosistem tempat hidupnya akan kehilangan satu komponen penyusunnya sehingga potensi manfaat bagi manusia juga ikut hilang (Indrawan et.al 2008). Oleh karena itu usaha yang terbaik adalah dengan perencanaan konservasi sistematis, baik untuk genetik spesies maupun ekosistemnya. Buku mengenai perencanaan sistematis sudah diterbitkan di Indonesia mulai dari teori dan praktik di Indonesia, hasil kerjasama antara UI, James Cook University dan University of Texas (Margules, Sarkar dan Supriatna 2023).

6. Konservasi juga merupakan indikator kemajuan dalam mencapai emisi nol bersih. Konservasi melindungi dan melestarikan ekosistem, keanekaragaman hayati, dan sumber daya alam untuk mengurangi emisi karbon yang berlebihan. Konservasi bertujuan untuk menghentikan hilangnya keanekaragaman hayati, memulihkan ekosistem, meningkatkan kemampuan sumber daya air bersih dan aman, mendorong penggunaan lahan yang bertanggung jawab, serta pengelolaan sumber daya berkelanjutan. Konservasi terintegrasi untuk memajukan SDGs utama, termasuk SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), SDG 13 (Aksi Iklim), SDG 14 (Kehidupan di Bawah Air), dan SDG 15 (Kehidupan di Daratan) dengan melestarikan keanekaragaman hayati dan melindungi ekosistem (Supriatna 2021). Pendekatan holistik ini menggarisbawahi kebutuhan mendesak untuk melindungi alam kita dan memitigasi dampak perubahan iklim.
7. Daratan dan laut di Indonesia membentuk kekayaan tumbuhan dan hewan yang paling beragam di dunia. Iklim tropis dan posisi geografi yang melingkar di antara Asia dan Australia telah menghasilkan area flora dan fauna yang tidak terbandingkan. *Biodiversity Action Plan for Indonesia* yang disusun dan diterbitkan oleh Bappenas sudah melakukan 3 kali revisi sejak tahun 1993 (Bappenas 2016). Dokumen itu menyebutkan bahwa walaupun daratan Indonesia hanya 1,3% dari daratan dunia, persentasinya mencapai 10% tumbuhan

berbunga, 12% mamalia, 16% reptil dan ampibi, 17% burung dan lebih dari 25% ikan air tawar dunia ada di Indonesia. Di kepulauan Indonesia ini terdapat lebih dari 1.500 spesies burung, lebih dari 700 jenis mamalia, 8.500 jenis ikan, 40.000 jenis pohon, dan sejumlah bentuk-bentuk kehidupan lainnya dalam jumlah yang sangat besar (Mittermeier et al 1998, Supriatna 2018). Potensi terbesar dari konservasi keanekaragaman hayati adalah ekowisata. Pendapatan dari wisata alam diperkirakan sebesar 180 miliar USD pada tahun 2019, sementara untuk wisata satwa liar menghasilkan sekitar USD 120 miliar (<https://www.statista.com/statistics/1221034/ecotourism-market-size-global>). Saat ini pengembangan ekowisata khususnya di kawasan konservasi sangat kecil dan belum berkembang, padahal Indonesia menjadi destinasi ekowisata potensial di dunia. Taman nasional di seluruh dunia menerima sebanyak 84% pendanaan mereka dari ekowisata (Buckley dkk. 2016). Ekowisata telah menjadi salah satu sektor industri pariwisata dengan pertumbuhan tercepat, tumbuh sebesar 10–15% setiap tahunnya di seluruh dunia (UNWTO 2017). Sebagai contoh saja, pada tahun 2008, 13 juta orang ikut serta dalam wisata mengamati paus, yang menghasilkan pengeluaran sebesar USD 2,1 miliar (Cisneros-Montemayor et al. 2013). Dari kekayaan yang sangat besar tersebut, masih sedikit sekali spesies Indonesia yang dapat dibudidayakan, baru terbatas pada ayam kampung, sapi bali dan beberapa spesies untuk non pangan seperti obat-obatan, kultural dan wisata. Oleh karena itu program bioprospecting di universitas harus didorong agar nilai biodiversitas dapat memberikan nilai keekonomian, nilai layanan lingkungan maupun nilai kultural. Pemerintah dan donor lainnya harus memberikan pendanaan riset yang mumpuni dan terarah pada teknologi pembudidayaan, teknologi peternakan dan pertanian, daya tamping daya dukung untuk tujuan wisata dan lainnya.

8. Indonesia telah dapat secara konkret menunjukkan kemajuan implementasi REDD+ yang merupakan bagian dari aksi mitigasi

sektor FOLU. REDD+ di Indonesia dilaksanakan melalui pendekatan secara nasional serta dapat diimplementasikan pada sub-nasional (provinsi), dengan kerangka kerja REDD+ yang mencakup empat elemen saling terkait mengenai arsitektur REDD+ dan implementasinya, dukungan sumberdaya serta kelembagaan, peraturan dan sistem. Dana yang terkumpul dari perdagangan karbon dengan metode *Nature-based Solution* (NBS), sering disebut dengan *Blue* dan *Green Economy carbon*. NBS adalah kategori penjualan karbon terbesar dalam Voluntary Carbon Market (VCM), saat ini nilai mencapai USD 9 miliar (Sylvera 2023). Prakiraan kasar dari bisnis karbon di Indonesia dari karbon kredit ini sekitar Rp. 4.290 triliun per tahun dengan potensi nilai ekspor kredit karbon dari proyek penurunan emisi karbon di sektor kehutanan adalah Rp 2,6 triliun per tahun. Kinerja pengurangan emisi GRK Indonesia saat ini melalui skema REDD+ telah mendapatkan rekognisi internasional yang diwujudkan baru melalui pembayaran berbasis kinerja/*Result-Based Payment* (RBP), belum penuh perdagangan karbon NBS. Pada saat ini Indonesia tercatat sebagai negara yang menerima RBP paling besar, dengan total komitmen sebesar USD 439,8 juta, dimana dari total komitmen tersebut Indonesia telah menerima pembayaran sebesar USD 279,8 juta. RBP tersebut berasal dari RBP REDD+ melalui Green Climate Fund (GCF), *Forest Carbon Partnership Facility*, *BioCarbon Fund - the Initiative for Sustainable Forest Landscapes* (BioCF - ISFL) dan Result Based Contribution (RBC) melalui kerjasama RI-Norway sebesar (MOEF 2023).

9. Beberapa program yang masih belum berjalan adalah program yang dilakukan oleh pihak lembaga non-pemerintah dan *private sector* berupa pengembangan karbon kredit dengan cara baik voluntary dan mandatory. Aktivitas untuk melestarikan hutan dengan cara baru itu dinamakan NBS (Nature-based Solution) yang terdiri atas; program REDD+ (*Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation*), ARR (*Afforestation, Reforestation and Revegetation*) dan IFM (*Improved Forest Management*). Metode di hutan sering

disebut dengan *green climate economy*, sementara NBS di laut dan pesisir dinamakan *blue carbon economy*. Kita juga merupakan negara yang kaya akan ekosistem *blue carbon* atau karbon biru karena kita memiliki biota pesisir dan laut terkaya di dunia. Kita memiliki lebih dari 3 juta hektar hutan mangrove dan 0,3 juta hektar padang lamun. Karbon yang tersimpan di sini – 3,14 miliar ton di hutan mangrove (Murdiyarto et al. 2015) dan 0,39 miliar ton di padang lamun (Alongi et al. 2015). Kawasan ekosistem pesisir merupakan hal yang penting bagi iklim global dan berada dalam ancaman serius. Dalam tiga dekade hingga tahun 2015, Indonesia kehilangan 40% hutan mangrove (Murdiyarto et al 2018). Hal ini sebagian besar disebabkan oleh pengembangan budidaya perikanan yang menghasilkan emisi tahunan sebesar 0,07–0,21 Pg CO₂e. Meskipun deforestasi hutan mangrove hanya menyumbang 6% dari hilangnya hutan tahunan di Indonesia, diperkirakan 10–31% emisi dari sektor penggunaan lahan dapat dihemat setiap tahunnya jika hal ini dihentikan. Hutan mangrove unggul dalam penyerapan karbon (Murdiyarto et al. 2015). Emisi karbon biru global setara dengan 3–19% dari seluruh emisi GRK akibat deforestasi global, yang mengakibatkan kerugian ekonomi sebesar USD 6–42 miliar per tahun (diharga USD 41 per ton CO₂; Pendleton dkk. 2012). Biaya pengurangan yang layak secara ekonomi berjumlah kurang dari USD 10 per ton CO₂ (Siikamäki dkk. 2012). Dengan menggunakan angka-angka ini, Indonesia dapat memperoleh manfaat ekonomi dan sosial yang besar dengan menghindari konversi hutan mangrove dan gambut yang sangat kaya stok karbon, lebih dari 3 kali lipat dari hutan tropis..

10. Pesisir dan laut Indonesia sangat luas baik berupa pesisir, selat, laut antar pulau, maupun lautan lepas. Indonesia mempunyai lebih dari 81 km pesisir (Bengen 2002). Selain mempunyai potensi besar kita juga memiliki ancaman yang besar pula khususnya dari dampak perubahan iklim. Veron et al (2009) menjelaskan bahaya yang mungkin terjadi jika kandungan CO₂ terus-menerus meningkat pada laut. Jika kandungannya mencapai 450 ppm yang diperkirakan dapat

terjadi pada tahun 2030-2040 (sesuai dengan rata-rata peningkatan kadar CO₂ saat ini), maka terumbu karang secara terus-menerus akan mengalami penurunan tutupan secara merata di seluruh dunia. Kondisi ini akan diperparah juga dengan peningkatan keasaman air laut, dan kondisi lingkungan perairan yang juga semakin buruk. Kerusakan komunitas terumbu karang di perairan dangkal akan semakin merata dan sangat luas sehingga berakibat pada berkurangnya keanekaragaman hayati laut, bahkan diperkirakan akan mendorong kepunahan banyak spesies di lautan. Pada kondisi ini, terumbu karang akan kehilangan fungsinya sebagai *Nursery Ground* bagi sebagian besar ikan di lautan dan akan menyebabkan ancaman bagi ketersediaan pangan bagi manusia itu sendiri. Artikel ini juga memprediksi kondisi yang lebih buruk lagi jika kadar CO₂ mencapai 600 ppm. Pada kondisi ini, terumbu karang akan mengikis struktur geologi di perairan sehingga populasi biota laut akan sangat terdegradasi. Selain itu permukaan laut rata-rata akan naik dari 18 cm menjadi 59 cm dalam satu abad mendatang sehingga terjadi kehilangan banyak pantai. Terjadinya efek domino pada kondisi meningkatnya kadar CO₂, mengakibatkan kenaikan suhu permukaan dan kenaikan permukaan air laut, sehingga terjadi perubahan ekosistem laut. Hal ini diperkirakan akan memicu terjadinya kepunahan massal di permukaan muka bumi. Indonesia mungkin tidak hanya akan kehilangan ratusan bahkan ribuan pulau, tetapi juga biota seperti terumbu karang, padang lamun dan bahkan ikan. Oleh karena perhatian pada masalah lingkungan dan pengelolaan sumber daya laut harus menjadi perhatian utama (Supriatna 2021).

C. Krisis Polusi dan Sampah Plastik: Meminimalisasi dampak

Lebih dari 7 miliar manusia di bumi menghasilkan limbah setiap hari. Setengah dari limbahnya tidak dikumpulkan, diolah atau dibuang dengan amanyang menyebabkan krisis limbah global. Sampah menghasilkan biaya, kewajiban ekonomi, sosial dan kesehatan global yang

signifikan. Setiap tahun kota di dunia menghasilkan sekitar 1,3 miliar ton limbah padat dan diperkirakan akan tumbuh hingga 2,2 miliar ton per tahun pada tahun 2025 (World Bank 2013). Pengolahan sampah yang tidak baik merupakan salah satu penyebab degradasi habitat khususnya perairan laut. Kumpulan sampah di laut terkumpul sangat luas sesuai pola arus laut di berbagai lautan di dunia disebut "gyre" yang sangat membahayakan transportasi laut dan juga lingkungan (CBD 2012). Sampah plastik menjadi masalah karena tidak dapat terurai dalam waktu singkat (antara 10-600 tahun) dan menyebabkan rusaknya lingkungan hidup (CBD 2012). Indonesia merupakan penghasil sampah plastik nomor dua setelah China (Jambeck et al 2015). Oleh karena itu berbagai usaha untuk mengurangi sampah plastik dilakukan baik oleh pemerintah maupun lembaga swadaya masyarakat dan private sector.

Solusi untuk masalah polusi dan sampah sudah banyak diteliti baik dengan pendekatan konvensional maupun dengan teknologi inovatif yang adaptif. Dalam makalah ini dikupas hanya untuk sampah yang sekarang menjadi permasalahan global yaitu sampah plastik dan mikroplastik.

1. Meskipun hingga saat ini belum ada studi yang mengungkapkan bahaya mikroplastik bagi manusia, tubuh sebenarnya mampu menguraikan zat asing dengan mengubahnya menjadi zat tidak berbahaya serta mensekresikannya melalui urine atau keringat. Namun, kasus mikroplastik adalah hal berbeda. Plastik di lingkungan saja membutuhkan waktu lama untuk dapat terurai, bagaimana jika mikroplastik terakumulasi dalam tubuh manusia? Akibatnya, sel tubuh nantinya tidak dapat berfungsi atau terganggu sehingga organ tubuh dapat terganggu. Menurut penelitian Reza Cordova dari LIPI, kinerja otak dari ikan yang tercemar plastik dapat terganggu, misalnya mengalami gangguan pola berenang, pola makan, dan lainnya. Selain ikan, mikroplastik juga berdampak pada kesuburan tiram. Bahan kimia yang terkandung dalam plastik dapat menyebabkan penis menyusut pada hewan dan bayi laki-laki terlahir darinya memiliki kecacatan genital (Supriatna 2021).

2. Jika manusia dan organisme sekarang telah mengandung mikroplastik, bagaimana dengan generasi mendatang? Apakah mereka akan menjadi manusia plastik ataukah sebelum kita dapat berkembang biak plastik telah membunuh kita? Bila dilihat dari dampak yang ditimbulkan oleh plastik pada hewan dan jika plastik tersebut mengandung *polybrominated diphenyl ether* (PBDE) yang merupakan unsur pembentuk material tahan api yang dapat menyebabkan enzim kesuburan terganggu (CBD 2012). Mengingat pola konsumsi hasil laut yang tinggi oleh penduduk di negara kepulauan seperti Indonesia dan potensi pariwisata bahari yang juga ikut terancam, kita wajib merespons masalah ini dengan segera untuk mencegah dan mengurangi risiko-risiko yang lebih buruk pada masa mendatang. Hal yang perlu dilakukan adalah dapat memulainya dengan membatasi penggunaan kemasan makanan dari plastik, atau mengganti kantong belanja dengan tas kain. Hal kecil, tetapi dapat bermanfaat besar bagi lingkungan. Dengan mengurangi penggunaan plastik, maka dapat mengurangi jumlah mikroplastik di lingkungan dan menjaga lingkungan tetap sehat.
3. Mengacu pada batas aman konsumsi garam oleh Kementerian Kesehatan RI (Kemenkes) per orang per hari adalah sekitar 5 gr garam atau sekitar 1 sendok teh atau 1,8 kg per tahun. Jika garam yang kita konsumsi mengandung mikroplastik, tiap tahunnya kita telah menimbun garam dalam tubuh sekitar 20-40 mikroplastik (10-20 partikel per kg garam). Namun, konsumsi garam masyarakat Indonesia terbilang tinggi yaitu mencapai 15 gram per hari atau 3 kali lipat dari yang dianjurkan. Oleh karenanya akumulasi mikroplastik dalam tubuh pun akan lebih banyak. Kandungan mikroplastik tersebut baru berasal dari garam, belum organisme atau bahan lainnya. Bila ikan teri yang berukuran kecil saja telah terkontaminasi, bisa diperkirakan ikan-ikan lain yang berukuran besar juga ikut terkontaminasi melalui rantai makanan di mana ujung dari rantai makanan tersebut adalah manusia. Serat mikroplastik pada limbah yang dikonsumsi oleh plankton, kemudian dimakan oleh ikan teri,

kemudian dimakan oleh kepiting, ikan, udang atau lobster yang berakhir dikonsumsi oleh manusia. Menurut sebuah penelitian, setiap satu ekor kerang di Eropa tercatat mengandung sekitar 90 mikroplastik sehingga jika kita menjadi pemakan kerang maka akan memakan sekitar 11.000 mikroplastik pertahun. Hal tersebut sesuai dengan sekelompok peneliti Austria yang telah menemukan bukti bahwa mikroplastik, fragmen dan serat plastik terakumulasi pada kotoran manusia (Supriatna 2021).

4. Kita harus dapat mengantisipasi kemungkinan dampak pemanasan permukaan air laut, polusi zat kimia dan plastik, penurunan pH, kimia terlarut, turbiditas dan pengelolaan penangkapan yang memakai alat pukat yang menguras ikan, yang menyebabkan populasi ikan menurun. Sebagai produsen ikan terbesar kedua di dunia, perikanan tangkap dan akuakultur di Indonesia mempekerjakan 7 juta orang dan menghasilkan pendapatan ekspor sebesar USD 4,1 miliar pada tahun 2017. Ikan menyumbang 52 persen dari seluruh protein hewani dalam pola makan nasional. Perubahan iklim dan degradasi sumber daya alam kemungkinan akan mengurangi potensi pertumbuhan PDB hingga separuhnya, dari 7 persen menjadi 3,5 persen, pada tahun 2050. Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kehilangan dan limbah pangan per kapita tertinggi di dunia, yang diperkirakan mencapai 300 kilogram per kapita per tahun. Negara ini juga menghadapi beban ganda yaitu malnutrisi dan obesitas: 36 persen penduduknya tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan pokok, sementara angka obesitas mencapai 25 persen. Jika digabungkan dengan diabetes, angka-angka ini menyebabkan hilangnya PDB rata-rata 2 hingga 3 persen per tahun (Supriatna 2021).

Penutup

Krisis lingkungan di global maupun di Indonesia sama yaitu krisis iklim, keanekaragaman hayati dan polusi. Krisis tersebut disuarakan oleh badan resmi PBB dan juga negara yang ikut dalam konvensi-konvensi Perubahan Iklim, Keanekaragaman hayati, Agenda 21, maupun konvensi global lainnya. Pemanasan global telah berdampak bukan hanya pada ekosistem alam, kota, pedesaan tetapi juga pada kesehatan manusia. Indonesia sebagai negara kepulauan dan berlokasi di daerah tropis mempunyai luas hutan tropis terluas no 3 di dunia dan memiliki pesisir no 2 terpanjang di dunia dengan luas laut (70%) dan jumlah daratan (30%) berupa pulau yang sangat banyak (>17.000). Potensi keanekaragaman hayati yang luar biasa ini harus dijadikan asset bagi Indonesia untuk memberikan kemakmuran dan kesejahteraan bangsa Indonesia. Walaupun sampai saat ini hanya sedikit yang diketahui tentang nilai ekonomi dari keanekaragaman hayati sebagian besar spesies biota tropis kita. Pemahaman kita mengenai ekologi ekonomi (Ecological economics) hutan tropis dan potensi pesisir dan laut sangat terbatas padahal produktivitas dan penyimpanan karbon hutan dan pesisir kita sangat tinggi. Selain itu kita belum tahu banyak mengenai fungsi ekosistem hutan dan laut tropis dalam merespons perubahan lingkungan sangat besar. Untuk itu juga kita memerlukan usaha lain selain hanya beradaptasi dengan berbagai krisis lingkungan yang ada. Salah satu mitigasi perubahan iklim adalah pengembangan perdagangan karbon, baik berupa *green* dan *blue economy* maupun melalui bauran EBT dan program dekarbonisasi serta teknologi lain yang terbaru (hydrogen, nuklir dan lainnya) dan untuk mencapai *Net Zero Emission* lebih cepat dari yang sudah dijanjikan. Kita di universitas berkewajiban untuk mengkaji secara ilmiah terhadap berbagai *trade off* dalam penggunaan lahan, pemanfaatan keanekaragaman hayati, dampak dari perubahan iklim, serta kebijakan dan pengelolaan terkait hutan dan laut. Oleh karena itu juga kita di universitas mempunyai tugas untuk memberdayakan dan menyatukan berbagai aktor pembangunan, serta menghubungkan sistem pengetahuan masyarakat di tingkat tapak dengan ilmu pengetahuan yang

multi-inter-trans disiplin di perguruan tinggi agar dapat meningkatkan tata kelola sumber daya alam demi keberlanjutan pembangunan yang inklusif.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Prof. Ari Kuncoro, Rektor UI yang mengundang saya untuk memberikan orasi ilmiah pada Dies Natalis UI ke 74 tahun 2024. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Prof Dede Juhana, Dekan FMIPA UI dan Prof Anom Bowolaksono, Ketua Departemen Biologi atas memberikan kesempatan saya untuk terus berkiprah di FMIPA UI. Ucapan terima kasih juga kepada teman-teman sejawat di Departemen Biologi FMIPA UI khususnya teman teman dari WILD Research Group dan staff pengajar dari Sekolah Ilmu Lingkungan (SIL) Universitas Indonesia. Teman sejawat di Research Center for Climate Change UI khususnya Prof Budi Haryanto, Dr. Nurul Winarni, Dr. Asri Dwiyahreni, yang telah membantu membaca dan memperbaiki makalah ini dan Maya Dewi dan Indartono yang telah membantu mencari bahan bacaan. Kepada teman sejawat di SDG Hub UI khususnya Dr. Triarko Nurlambang dan Dr. Sri Mariati yang juga memberikan usulan-usulan perbaikan makalah. Selain itu juga mengucapkan terima kasih dari teman-teman dari Institute for Sustainable Earth and Resoures (I-SER) FMIPA UI khususnya Dr. Sunaryo dan Dr. Sonny Mumbunan yang telah memperbaiki makalah ini. Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada Prof Daniel Murdiyarso dari IPB dan Ketua AIPI yang telah memberikan saran dalam memperbaiki makalah. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada teman teman sejawat di UI Net Zero Initiative yang masih berjuang untuk pengembangan lembaga khususnya kepada Prof Widodo Purwanto dan kawan-kawan.

Pustaka Acuan

- Alongi D.M., D., Murdiyarso, J.W., J.W., Fourqurean, J.B., Kauffman, A., Hutahaean, S., Crooks, C.E., Lovelock, J., Howard, D., Herr, M., Fortes, E., Pidgeon and T. Wagey, 2015. Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecol Manage*.
- Badan Informasi Geospasial. 2016. Dalam Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. *Panduan Pemantauan Pemutihan Karang*. Jakarta: Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut, 33 hlm.
- Balvanera P, Calderón-Contreras R, Castro AJ, Felipe-Lucia MR, Geijzenorffer IR, Jacobs S, et al. Interconnected place-based social–ecological research can inform global sustainability.
- Claussen, E.; Cochran, V.A.; Davis, D.P., eds. 2001. "Global Climate Data Climate Change: Science, Strategies, & Solutions. University of Michigan. p. 373
- Current opinion in environmental sustainability [Internet]. 2017; 29:1–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343517301409>.
- Bappenas. 2019. Low Carbon development: A Paradigm Shift Towards a Green Economy in Indonesia (p. 160). The Ministry of National Development Planning of the Republic of Indonesia (Bappenas). https://www.wavespartnership.org/sites/waves/files/kc/09_LCDI_2019.pdf
- Bengen, D., 2002. *Sinopsis Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan*. IPB, Bogor.
- Berkes, F. 2012. Implementing ecosystem-based management: Evolution or revolution?. *Fish and Fisheries*, 13(4), 465-476.
- Buckley R, Morrison C, Castley J 2016. Net effects of ecotourism on threatened species survival *PLoS One* 11(2):e0147988.
- Burke, A. 2022. An architecture for a net zero world: Global climate governance beyond the epoch of failure. *Global Policy*, 13(S3), 24–37. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13159>
- CBD. 2012. Progress Towards The Aichi Biodiversity Targets: An Assessment Of Biodiversity Trends, Policy Scenarios And Key Action. CBD Technical Report Series No. 78, vii+47
- Cesar, H. S. 2002. Coral reefs: their functions, threats and economic value. In H. S. J. Cesar (Ed.), *Collected essays on the economics of coral reefs* (pp. 14-39). CORDIO, Kalmar University.

- Chambers, N., Simmons, C., & Wackernagel, M. 2014. *Sharing nature's interest: ecological footprints as an indicator of sustainability*. Routledge.
- Climate Watch. 2023. *Indonesia Climate Change Data*.
<https://www.climatewatchdata.org/>
- Cisneros-Montemayor A.M., Barnes-Mauthe, M. AL-Abdul Rajak, D., Navarro, E. and Sumaila, R.U. 2013. Global economic value of shark ecotourism: implications for conservation. *Oryx*, 47(3), 381–388
doi:10.1017/S0030605312001718
- Clark, W.C. 2007. Sustainability science: a room of its own. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(6), p.1737.
- Clark, W.C. and Dickson N.M. 2003. Sustainability science: the emerging research program. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), pp. 8059-8061.
- Darajati, Wahyuningsih, 2020. *Critical Review Konsep TPB/SDGs dan Mengintegrasikan ke dalam Konteks TPB/ SDGs di Indonesia* Critical Review Konsep TPB/SDGs dan Mengintegrasikan ke dalam Konteks TPB/ SDGs di Indonesia, Bappenas, SDGs Hub UI, Depok.
- Dasgupta, P. 2021. *The Economy of Biodiversity: Dasgupta Review*. H. M. Treasury, London.
- Gaora, P. A., Pedrason, R., Herman, E., Irene, I., & Sylvia, S. 2023. Indonesia's Climate Diplomacy under Joko Widodo: Shaping Equitable and Sustainable Global Future. *Nation State: Journal of International Studies*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.24076/nsjis.v6i1.1026>
- Giddings, B., Hopwood, B., & O'Brien, G. 2002. Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable development*, 10(4), 187-196.
- Halimatusaudah, A., Sutyono, G., Giwangkara, G. Supriatna, J., Asmoro, J.A., Wicaksono, T.Y., Suyoto, Hakim, Z 2022. *Asean Green Future Series: Accelerating Indonesia's climate agenda to achieve sustainable development*. UN SDSN, Jeffrey Sachs Center and Climate Works.
- Hardin, G. 1968. "Tragedy of the Commons," *Science* 162 (3859), 1243-1248.
- Hasan, M. F., Zantye, M. S., & Kazi, M. K. (2022). Challenges and opportunities in carbon capture, utilization and storage: A process systems engineering perspective. *Computers & Chemical Engineering*, 107925.

- Huitema, D., & Turnhout, E. 2009. Working at the science–policy interface: a discursive analysis of boundary work at the Netherlands Environmental Assessment Agency. *Environmental Politics*, 18(4), 576-594.
- IEA. 2022. An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia. International Energy Agency. <https://doi.org/10.1787/4a9e9439-en>
- IMF. 2021. Indonesia: Selected Issues. IMF Staff Country Reports, 2021(047). <https://doi.org/10.5089/9781513570860.002.A007>
- Indrawan, M. R. Primack and J. Supriatna 2008. *Biologi Konservasi (Conservation Biology)*. Yayasan Obor, 502 p.
- Irsyam, M., Cummins, P. R., Asrurifak, M., Faizal, L., Natawidjaja, D. H., Widiyantoro, S., ... & Syahbana, A. J. 2020. Development of the 2017 national seismic hazard maps of Indonesia. *Earthquake Spectra*, 36(1_suppl), 112-136.
- Jambeck, E.R., Geyer, R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman. M., Andrady, A. and Law, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347(6223): 768-771.
- Jiutian, Z., Zhiyong, W., Jia-Ning, K., Xiangjing, S., & Dong, X. 2022. Several key issues for CCUS development in China targeting carbon neutrality. *Carbon Neutrality*, 1(1), 17.
- Jompa, J., A.F. Koropitan, B. Juliandi, L. Suryanegara, R. Muhamad, S. Mumbunan, S. Nasir, T.Y. Sukarna, V. Narita, BM. Suyitno, J. Supriatna and S. Marzuki. 2019. *Science for Indonesia Biodiversity*., AIPI, Jakarta, 228p.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). 2020. *Laporan Kinerja Direktorat Pengelolaan Sampah*. KLHK: ix + 121 hlm.
- Langston, J.D., Riggs, R.A.Kastanya, A., Sayer, J., Margules,C., Boedhihartono,A.K. 2019. Science embedded in local forest landscape management improves benefit flows to society. *Frontier in Forest and Global Change*, 2, p3.
- Leonzio, G., Foscolo, P. U., & Zondervan, E. 2020. Optimization of CCUS supply chains for some European countries under the uncertainty. *Processes*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/PR8080960>.
- Li, W., Zhang, S., & Lu, C. 2022. Exploration of China's net CO2 emissions evolutionary pathways by 2060 in the context of carbon neutrality. *Science of The Total Environment*, 831, 154909.
- Ma, J., Li, L., Wang, H., Du, Y., Ma, J., Zhang, X., & Wang, Z. 2022. Carbon capture and storage: history and the road ahead. *Engineering*, 14, 33-43.

- Mace, G. M. 2014. Whose conservation?. *Science*, 345(6204), 1558-1560.
- Margules, C., S. Sarkar, J. Supriatna 2023. *Perencanaan Konservasi Sistematis*. Pustaka Obor, Jakarta.
- Matemilola, S., & Salami, H. A. 2020. Net Zero Emission. In *Encyclopedia of Sustainable Management*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4>
- McGrath, M. 2022. Climate change: Bonn talks end in acrimony over compensation. *BBC News*, London.
- Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia (MOEF). 2023. FOLU NET SINK: Indonesia's Climate Actions Towards 2030. https://www.menlhk.go.id/cadmin/uploads/PHOTO_BOOK_FOLU_NET_SINK_Indonesia_s_Climate_Actions_Towards_2030_a3d4f1fa43.pdf.
- Mittermeier, R., P.R., Gill, & C.G, Mittermeier. 1998. *Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations*. Cemex, Canada.
- Murdiyarso, D., J. Purbopuspito, J.B. Kauffman, M.W. Warren, S.D. Sasmito, D.C. Donato, S. Manuri, H. Krisnawati, S. Taberima & S. Kurnianto 2015. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change* 5: 1089–1092.
- Murdiyarso, D. Sukara, E., Supriatna, J., Koropitan, A. , Mumbunan, S., Juliandi, B. and Jompa, J. 2018. Creating blue carbon opportunities in the maritime archipelago Indonesia. Policy Brief no.3. Doi:10.17528/cifor/007058.
- Nemora, N. J. (2007). Tiger trade revisited in Sumatra, Indonesia. *TRAFFIC South East Asia*.
- Opdam, P. (2018). Exploring the role of science in sustainable landscape management. An introduction to the special issue. *Sustainability*, 10(2), 331.
- Pascual, U., P. Balvanera, C.B. Anderson, R.C. Kramer, M. Christie, D. González-Jiménez, A. Martin, C.M. Raymond, M. Termansen, A. Vatn, S. Athayde, B. Baptiste, D. N. Barton, S. Jacobs, E. Kelemen, R. Kumar, E. Lazos, T.H. Mwampamba, B. Nakangu, P. O'Farrell, S.M. Subramanian, M. van Noordwijk, S. Ahn, S. Amaruzaman, A.M. Amin, P. Arias-Arévalo, G. Arroyo-Robles, M. Cantú-Fernández, A.J. Castro, V. Contreras, A. De Vos, N. Dendoncker, S. Engel, U. Eser, D.P. Faith, A. Filyushkina, H. Ghazi, E. Gómez-Baggethun, R.K. Gould, L. Guibrunet, H. Gundimeda, T. Hahn, Z.V. Harmáčková, M. Hernández-Blanco, A. Horcea-Milcu, M. Huambachano, N.L.H. Wicher, C.İ. Aydın, M. Islar, A.K. Koessler, J.O. Kenter, M. Kosmus, H. Lee, B. Leimona, S. Lele, D. Lenzi, B. Lliso, L.M. Mannetti, J. Merçon, A.S. Monroy-Sais, N. Mukherjee, B. Muraca, R. Muradian, R. Murali, S.H.

- Nelson, G.R. Nemogá-Soto, J. Ngouhouo-Poufoun, A. Niamir, E. Nuesiri, T.O. Nyumba, B. Özkaynak, I. Palomo, R. Pandit, A. Pawłowska-Mainville, L. Porter-Bolland, M. Quaas, J. Rode, R. Rozzi, S. Sachdeva, A. Samakov, M. Schaafsma, N. Sitas, P. Ungar, E. Yiu, Yuki Yoshida & Eglee Zen. 2023. Diverse values of nature for sustainability. *Nature* 620: 813–823.
- Pendleton, L., D.C. Donato, B.C. Murray, S. Crooks, W.A. Jenkins, S. Sifleet, C. Craft, J.W. Fourqurean, J.B. Kauffman, N. Marbà, P. Megonigal, E. Pidgeon, D. Herr, D. Gordon, A. Baldera. 2012. Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. *PLoS ONE* 7(9): e43542. doi:10.1371/journal.pone.004354
- Pielke Jr, R. A. 2007. *The honest broker: making sense of science in policy and politics*. Cambridge University Press.
- Republic of Indonesia. 2022. Enhanced Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia. [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022_Enhanced%20NDC %20Indonesia.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022_Enhanced%20NDC%20Indonesia.pdf).
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. 2020. CO₂ and greenhouse gas emissions. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/co2-emissions>' [Online Resource].
- Robertson, B. 2022. Carbon Capture: CCS/CCUS/CCU. <https://ieefa.org/resources/carbon-capture-ccs-ccus-ccu>.
- Sachs, J. D. 2013. *The New Millennium Development Report*. United Nations, New York.
- Sachs, J.D. 2015. *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press, New York
- Samedi 2015. Konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia: Rekomendasi perbaikan undang-undang konservasi. *Jurnal Hukum Lingkungan* 2: 2: 1-28.
- Sayer, J. A., Margules, C., Boedhihartono, A. K., Sunderland, T., Langston, J. D., Reed, J., ... & Purnomo, A. 2017. Measuring the effectiveness of landscape approaches to conservation and development. *Sustainability Science*, 12, 465-476.
- Sekretariat CBD. 2012. *The impacts of marine debris to biodiversity: CBD Technical series No. 67 (2012)*.
- Siikamakia, J., J.N. Sanchirico, & S.L. Jardinec. 2012. Global economic potential for reducing carbon dioxide emissions from mangrove loss. *PNAS* 109 (36): 14369–14374.

- Sukara, E. 2013, "Biodiversity a Common Wealth for a Crowded Planet,". Makalah disampaikan pada the 2nd GSS Leading Expert Seminar – Graduate School Programme for Sustainable Development and Survivable Societies, Kyoto University, Jepang, pada 19 Desember, 2013.
- Supriatna, J. 2008. Melestarikan Alam Indonesia. Yayasan Obor, Indonesia, 482p
- Supriatna, J. 2018. Konservasi Biodiversitas Indonesia: Teori dan Praktek di Indonesia (Conserving Biodiversity in Indonesia: Theory and Practice). Pustaka Obor, Jakarta, 451 hal/p.
- Supriatna, J. 2021. (editor). Conserving Biodiversity in Indonesia: Method and Analysis. Pustaka Obor, Jakarta., 621p.
- Supriatna, J. and Ralph Lenz. 2022. Sustainable Environmental Management. Yayasan Obor, Jakarta. 634p.
- Sylvera. 2023. Carbon Markets 2023 pulse check. <https://www.sylvera.com/blog/carbon-markets-2023-check-in>
- Taufik, K. K. 2017. Indonesia's Environmental Diplomacy under Yudhoyono: A Critical– Institutional– Constructivist Analysis. *The Hague Journal of Diplomacy*, 12(1), 1–26. <https://doi.org/10.1163/1871191X-12341349>
- Tengo, M., R. Hill, P. Malmer, C.M. Raymond, M. Spierenburg, F. Danielsen, T. Elmqvist, and Carl Folke. 2017. Weaving knowledge systems in IPBES, CBD and beyond—lessons learned for sustainability. *Environmental Sustainability* 26: 17–25.
- UNWTO 2017. UNWTO Highlights Confirm Another Record Year in 2017. <https://www.unwto.org/global/press-release/2018-08-27/unwto-highlights-confirm-another-record-year-2017>.
- USDA. 2023. Indonesia Climate Change report [Voluntary Report]. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. <https://fas.usda.gov/data/indonesia-indonesia-climate-change-report>
- USAID. 2022. USAID Indonesia Climate Change Fact Sheet. United States Agency International Development. <https://www.usaid.gov/climate/country-profiles/indonesia>
- US Energy and Information Agency 2012. Biofuels Issues and Trends, Washington DC: US Department of Energy, 2012.
- van Noordwijk, M. 2021. Agroforestry-Based ecosystem services: Reconciling values of humans and nature in sustainable development. *Land*, 10(7), 699.

- Veron, J. E. N., Devantier, L. M., Turak, E., Green, A. L., Kininmonth, S., Stafford-Smith, M., & Peterson, N. 2009. Delineating the coral triangle. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 11(2), 91-100.
- Wernberg, T., Thomsen, M.S., Baum, J.K., Bishop M.J., Bruno J.F., Coleman. M.A., Filbee-Dexter, K, Gagnon, K., He, Q, Murdiyarsa, D., Rogers, K., Silliman B.R., Smale, D.A., Starko, S. and Venderklift, M.A. 2024. Impacts of Climate Change on Marine Foundation species. *Anu. Rev. Mar. Sci.*16:247-282
- World Bank Development Report 2024: Economic Growth in Middle Income Countries. thedocs.worldbank.org/en/doc/ba24094c4f9f37714f07345b1505c930-0050062023/original/WDR2024-Concept-Note.pdf

Riwayat Hidup



Nama : Jatna Supriatna

Email : j.supriatna@sci.ui.ac.id

jatna.supriatna@gmail.com

j.supriatna@dipi.id

Home Address

Komplek Perumahan Depok Mulya 1, Blok H./2

Depok 16424, Indonesia

Ph. +6221 777-3180, Cell. +62811154243

Jatna Supriatna lulus dari program Magister dan Doktoral di University of New Mexico Albuquerque, Amerika Serikat, pada tahun 1986 dan 1991 di bidang Antropologi Biologi, dilanjutkan dengan penelitian pasca doktoral tahun 1992 di Center for Environmental Research and Conservation (CERC) Columbia University, New York, selain menerima pelatihan manajemen di Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Boston, Amerika Serikat. Beliau adalah peneliti,

pemerhati, dan aktivis Lingkungan Hidup dan Konservasi. Berawal dari peneliti di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) hingga menjadi dosen dan guru besar di Universitas Indonesia. Ia selalu terlibat dalam mengajar siswa dan menginspirasi orang lain untuk bekerja di bidang konservasi. Pada tahun 1995-2010 beliau ditunjuk sebagai Direktur Eksekutif dan kemudian Wakil Presiden Conservation International di Indonesia. Beliau adalah seorang visioner di bidang konservasi. Ia membantu mendirikan Pusat Penelitian Perubahan Iklim (RCCC-UI) di Universitas Indonesia pada tahun 2010 untuk mengatasi isu perubahan iklim yang semakin meningkat. Tahun 2013 ditunjuk sebagai Co-chair Sustainable development Solution Networks untuk Indonesia yang dibentuk oleh Sekjen PBB (UN SDSN). Pada tahun 2018, membantu Dekan FMIPA mendirikan Institute for Sustainable Earth and Resource (ISER) dan SDG Hub (2020) di Fakultas MIPA UI sebagai bagian dari upaya mendorong perguruan tinggi berkontribusi pada Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Kemudian diminta oleh Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Indonesia untuk memimpin lembaga baru yaitu Lembaga Sains Terapan pada tahun 2019-2022. Lembaga ini telah menjadi salah satu organisasi terbesar keempat di Universitas Indonesia .

Beliau juga merupakan Guru Besar bidang Biologi Konservasi di Departemen Biologi FMIPA Universitas Indonesia. Hingga tahun 2022 telah mengajar dan menjadi promotor lebih dari 50 program Magister dan Doktor di Departemen Biologi FMIPA dan Fakultas Ilmu Lingkungan, semuanya di Universitas Indonesia. Ia telah menerbitkan 30 buku, puluhan makalah di berbagai konferensi di dunia dan 192 artikel ilmiah di berbagai jurnal bereputasi internasional seperti Science, Nature, Current Biology, Conservation Biology, Scientific Reports, Global Ecology and Conservation, Sustainability, Discover Sustainability, dan lain-lain, serta 30 buku tentang lingkungan dan konservasi. Beliau juga menjadi editor di beberapa jurnal ilmiah dari organisasi internasional seperti Tropical Conservation Science (Sage), Wildlife Policy and Law, Parks dari IUCN, Asian Primate Journal dari IUCN, dan Biosphere Conservation (Jepang),

dan terakhir sebagai associate editor Journal of Climate Resilience and Sustainability dari Royal Meteorological Society, Inggris.

Pada tahun 2012 diangkat oleh Presiden Susilo Bambang Yudhoyono sebagai anggota dan kemudian pada tahun 2023 menjadi Ketua Komisi Ilmu Pengetahuan Dasar, Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (APII). Tahun 2021 diangkat menjadi Direktur Eksekutif Dana Ilmu Pengetahuan Indonesia (DIPI, di bawah organisasi APII. Pada tahun 2018 ia terpilih menjadi Ketua Persatuan Cendekiawan Lingkungan Hidup Indonesia (PERWAKU) sampai sekarang. Selain itu, beliau juga pernah menjadi anggota Wali Amanat Universitas Indonesia pada tahun 2014-2019. Selain itu juga menjadi Ketua dewan Pembina berbagai organisasi, antara lain Yayasan Konservasi Indonesia, Yayasan Orangutan Tapanuli, Yayasan The Conversation Indonesia Foundation (TCID), Yayasan Belantara dan Yayasan Ecology. Selain itu juga menjadi anggota dewan pembina Yayasan United in Diversity (UID), CSF Foundation, dan juga Ketua Dewan Pengawas Yayasan Orangutan Borneo, dan lain-lain. Di kancah internasional, beliau masih menjadi anggota dewan Pembina Centre for Nature-Based Climate Solutions National University of Singapore sejak tahun 2019, Co-chairman IUCN dari Southeast Asia Primate Specialist Group dan Co-chairman IUCN Great Apes Section sejak tahun 2017.

Beliau mendapat penghargaan dari berbagai organisasi dan universitas. Ia menjadi peneliti senior terbaik di Universitas Indonesia pada tahun 1993. Pada tahun 1999, ia menerima penghargaan bergengsi dari Yang Mulia Pangeran Bernhard dari Belanda sebagai Most Excellence Order of Golden Ark atas dedikasinya dalam bekerja di bidang lingkungan hidup. Pada tahun 2009, beliau menerima Penghargaan Presiden B.J. Habibie dari Indonesia atau Habibie Award atas pencapaian luar biasa dalam penelitian Ilmu Pengetahuan Alam. Pada tahun 2010, beliau menerima Penghargaan Terry MacManus dari Amerika Serikat atas dedikasinya terhadap kesadaran lingkungan dan tindakan dalam melestarikan alam. Pada tahun 2011, beliau menerima Achmad Bakrie Award dalam bidang Sains atas komitmennya dalam mengembangkan

Bidang Biologi dan Konservasi di Indonesia. Pada tahun 2017, beliau menerima Lifetime Achievement dari Conservation International dalam bidang Konservasi Keanekaragaman Hayati. Pada tahun 2023 ia menerima Margot Mash Biodiversity Foundation (Amerika Serikat) atas ketekunannya dalam bidang konservasi primata yang diserahkan pada waktu Kongres Primata Dunia di Sarawak tahun 2023. Pada tahun 2023 beliau juga menerima Medali Bosscha dari Konsorsium Universitas Leiden, Delft, dan Erasmus, Belanda.

Hasil penelitian anggota World Conservation Union-IUCN SSC-Primate Specialist Group menemukan spesies baru primata terkecil di dunia tarsius baru berasal dari pegunungan di Gorontalo, Sulawesi dan mengabadikan nama ilmiah spesies tersebut kepada Jatna Supriatna dengan nama Supriatna Tarsius (*Tarsius supriatnai*). Namanya juga diabadikan dalam nama spesies tokek terbang asal Kepulauan Togean, Sulawesi Tengah, oleh peneliti dari University of California Berkeley, dengan nama *Draco supriatnai*, oleh peneliti Indonesia saat melakukan survei di Taman Nasional Bali Barat, ditemukan jenis tokek baru yang diberi nama tokek Bali (*Cyrtodactylus jatnai*).

Training :

- 2012 Senior Leadership and Management Training (10 months) at Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA.
- 2012 Understanding of China Economy and Management, Tsing Hua University, China (Executive training 2 weeks)
- 2004-2008 Received yearly Project management and Fundraising training at Conservation International, Washington DC. (each 2 weeks)
- 1999 Training and Seminar on Biodiversity Conservation at East-West Center, University of Hawaii, USA. (1 week)

- 1990-1991 and 1993-1994. Pre-and Post-Doctoral Research at CERC (Center for Environmental Research on Conservation) Columbia University, New York.
- 1999 Environment Leader training (CERC-Columbia University, New York), USA (1 week).
- 1981 Environmental Science and Management (BIOTROP) (2 weeks)

A. Buku

1. Margules, C., S. Sarkar, **J. Supriatna** 2023. Perencanaan Konservasi Sistematis. Pustaka Obor, Jakarta.,
2. **Supriatna, J** (Ed) 2023. Biologi Terapan untuk Masa Depan dan Kemajuan Bangsa. Pustaka Obor, Jakarta. 456p.
3. **Supriatna, J.** and Chris Margules 2022. The National Parks of Indonesia. Yayasan Obor, Jakarta. Forward: Minister of Environment and Forestry.
4. Gursky, S.L., **J. Supriatna**, A. Achorn (editors) 2022. Ecotourism and Indonesia's Primates. Springer, Switzerland
5. **Supriatna, J.** and Ralph Lenz. 2022. Sustainable Environmental Management. Yayasan Obor, Jakarta. 634p., Forward: Vice Minister of Env and Forestry Dr. Alue Dohong and Prof Emil Salim.
6. Halimatusaudah, W., G. Sutiyono, Giwangkara, **J. Supriatna**, J. A. Asmoro, T.Y. Wicaksono, T.Y., Suyoto, Z. Hakim. 2022. Asean Green Future Series: Accelerating Indonesia's climate agenda to achieve sustainable development. UN SDSN, Jeffrey Sachs Center and Climate Works. (small report)
7. **Supriatna, J.** 2021. Otobiografi Jatna Supriatna: Sejak Selusur Seorang Petualang, Pendidik dan Wiraswasta Kehidupan. Pustaka Obor, Jakarta, 448p.

8. **Supriatna, J.** 2021. (editor). Metode dan Kajian Konservasi Biodiversitas Indonesia: Method and Analysis. Pustaka Obor, Jakarta., 621p.
9. **Supriatna, J.** 2021 (Editor). Metode dn Kajian Sumber Daya Hayati dan Lingkungan . Pustaka Obor, Jakarta, 676
10. **Supriatna, J.** 2019. Field Guide to the Primates of Indonesia. Pustaka Obor, Jakarta, 233p.
11. Jompa, J., A.F. Koropitan, B. Juliandi, L. Suryanegara, R. Muhamad, S. Mumbunan, S. Nasir, T.Y. Sukarna, V. Narita, BM. Suyitno, **J. Supriatna** and S. Marzuki. 2019. Science for Indonesia Biodiversity., AIPI, Jakarta, 228p.
12. **Supriatna, J.** 2018. Konservasi Biodiversitas Indonesia: Teori dan Praktek di Indonesia (Conserving Biodiversity in Indonesia: Theory and Practice). Pustaka Obor, Jakarta, 451 hal/p.
13. Mustaqin,W., N. Fajri, S.J. Sindhuarta, **J. Supriatna**, D. Hartiningtias, D. Mulasari 2017. Panduan Lapangan Flora: Spematofita Taman Hutan Raya Pancoran Mas, Depok, Jawa Barat. Pusat Riset Perubahan Iklim, Universitas Indonesia.230 hal/p..
14. **Supriatna, J.** and R. Ramadhan 2016. Berwisata Primata di Indonesia (Primate Tourism in Indonesia). Penerbit Pustaka Obor, Jakarta.
15. **Supriatna, J.** A.A. T. Amarasinghe & C. Margules 2015. Proceeding of the Second International Conference on Alfred Wallace and the Wallacea. Taprobanica and Research Center for Climate Change, Universitas Indonesia, Jakarta 212p.
16. **Supriatna, J.** 2014. Berwisata di Taman Nasional (Tourism in the National park). Yayasan Obor, Jakarta.
17. Gursky-Doyen, S and **J. Supriatna** 2010. Indonesia Primates. Springer, New York.
18. Mittermeier, R. J.Wallis, A.B. Rylands, J.U. Ganzhorn, J.F. Oates, E.A. Williamson, E. Palacios, E. W. Heyman, M.C. Kierulff, L. Yongseng, J.

- Supriatna**, C. Roos, S. Walker, L. Cortez-Ortiz and C. Schwitzer, 2009. Primates in Peril: The World Most Endangered Primates 2008-2010. IUCN, 84p.
19. **Supriatna**, J. 2008. Melestarikan Alam Indonesia (Saving of Indonesia's Nature). Yayasan Obor, Indonesia, 482p.
 20. Indrawan, M. R. Primack and **J. Supriatna** 2008. Biologi Konservasi (Conservation Biology). Yayasan Obor, 502 p.
 21. **Supriatna**, J. , J. Manansang, L. Tumbelaka, N. Andayani, M. Indrawan, L. Darmawan, S.M. Leksono, Djuwantoko, U. Seal and O. Byers 2001. Conservation assessment and Management Plan for Indonesia Primates: Final Report. Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN), Apple Valley, Minesota, USA. 251 p.
 22. **Supriatna**, J. and E. Hendras 2000. Panduan lapangan Primata Indonesia (Indonesia's Primate Field Guide). Yayasan Obor Jakarta, 332 p.
 23. **Supriatna**, J. and B.O. Manullangs (ed) 1999. Proceeding of the International Workshop on Javan Gibbon Rescue and Rehabilitation. Center for Biodiversity and Conservation Studies, University of Indonesia, Depok.
 24. Primack, R., **J. Supriatna**, M. Indrawan, P. Kramadibrata 1998. Biologi Konservasi (Conservation Biology). Yayasan Obor, Jakarta, 345p.
 25. Van Schaik, C. and **J. Supriatna** 1996. The Gunung Leuseur National Park. Yayasan Bina Sains Hayati Indonesia, Jakarta, 354p..
 26. Stone.D., Cochrane, J., C. Halls, D. Harahap, S. Riswan, F. Salim and **J. Supriatna** 1994. Tanah Air: Indonesia's Biodiversity. Archipelago Press, Singapore, 395p
 27. **Supriatna**, J. K.G. Gurmaya, Wahyudi W., A. Sriyanto, R.Tilson and U Seal 1994. Javan Gibbon and Langur; Population Habitat Viable Analysis. CBSG-IUCN, Minnesota.

28. Hadie,W. dan **J.Supriatna** 1989. Pengembangan udang air tawar dalam hatchery (Shrimp culture and Hatchery). Yayasan Kanisius, Yogyakarta, 89p
29. Hadie, W dan **J.Supriatna** 1986. Beternak ikan bandeng (Milkfish Breeding Technique) , Bhratara Karya Aksara, Jakarta, 94p..
30. **Supriatna, J.** 1981 and 1995 (5th.ed). Ular berbisa di Indonesia (Indonesia's poisonous snakes). Bhratara karya Aksara, Jakarta (with illustrations).

B. Artikel Ilmiah di Jurnal dan Edited-book (105 dari 192 makalah, 2010-2023)

1. Winarso, G., Rosid, M.S., Kamal, M., Asriningrum, W., Margules, C., **Supriatna, J.** 2023. Comparison of Mangrove Index (MI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for detection of degraded mangroves in Alas Purwo Banyuwangi and Segara Anakan Cilacap, Indonesia. *Ecological Engineering*. Doi.org/10.1016/j.ecoleng.2023.107119.
2. Zakaria, Z., **Supriatna,J.**, Abinawanto, A., Shekelle, M. 2023. Quantitative Analysis of Tarsier Duet Calls from Field Surveys Reveals a New Acoustic Form in Gorontalo (Indonesia). *International Journal of Primatology*. <https://doi.org/10.1007/s10764-023-00369-4>
3. Spencer, K.L., Nicolas J. Deere. Muhammad Aini , Ryan Avriandy Gail Campbell-Smith, Susan M. Cheyne, David L.A. Gaveau, Tatyana Humle, Joseph Hutabarat , Brent Loken, David W. Macdonald, Andrew J. Marshall , Courtney Morgans , Yaya Rayadin, Karmele L. Sanchez, Stephanie Spehar, Suanto, Jito Sugardjito , Heiko U. Wittmer , **Jatna Supriatna** , Matthew J. Struebig, 2023. Implications of large-scale infrastructure development for biodiversity in Indonesian Borneo. *Science of the Total Environment* 866 (2023): 161075

4. McGuire, J. A., Xiaoting Huang, Sean B. Reilly, Djoko T. Iskandar, Cynthia Y. Wang-Claypool, Sarah Werning, Rebecca A. Chong, Shobi Z. S. Lawalata, Arifin, Awal Riyanto, Amir Hamidy, Evy Arida, Michelle S. Ko, **Jatna Supriatna**, Noviar Andayani, and Robert Hall, 2023. Species Delimitation, Phylogenomics, and Biogeography of Sulawesi Flying Lizards: A Diversification History Complicated by Ancient Hybridization, Cryptic Species, and Arrested Speciation. *Syst Biol*: syad020, <https://doi.org/10.1093/sysbio/syad020>
5. **Supriatna, J. A.** Ario and A. Setiawan 2022. The Javan Gibbon Tourism: A Review from West and Central Java Initiatives. In: Ecotourism and Indonesia's Primates (Gursky, Supriatna, Achorn), DOI:10.1007/978-3-031-14919-1_6.
6. Achorn, A, Gursky, S. **Supriatna, J.** 2022. Tourism and Indonesia primates: An Introduction. In: Ecotourism and Indonesia's Primates (Gursky, Supriatna, Achorn), DOI:10.1007/978-3-031-14919.
7. Mitchell, S. L., Edwards, D. P., Martin, R. W., Deere, N. J., Voigt, M., Kastanya, A., ... **J. Supriatna**, N. Winarni, G. Joseph & Struebig, M. J. (2022). Severity of deforestation mediates biotic homogenisation in an island archipelago. *Ecography*, e05990
8. Alejandro Estrada, Paul A. Garber, Sidney Gouveia, Álvaro Fernández-Llamazares, Fernando Ascensão, Agustin Fuentes, Stephen T. Garnett, Christopher Shaffer, Júlio Bicca-Marques, Julia E. Fa, Kimberley Hockings, Sam Shanee, Steig Johnson, Glenn H. Shepard, Noga Shanee, Christopher D. Golden, Anaid Cárdenas-Navarrete, Dallas R. Levey, Ramesh Boonratana, Ricardo Dobrovolski, Abhishek Chaudhary, Jonah Ratsimbazafy, **Jatna Supriatna**, Inza Kone, Sylviane Volampeno, 2022. Global importance of Indigenous Peoples, their lands, and knowledge systems for saving the world's primates from extinction. *Sciences Advances*. 8, eabn2927 (2022) 10 August 2022.

9. Struebig, M. J., Aninta, S. G., Lo, M., Voigt, M., Bani, A., Barus, H., ... & **Supriatna, J.** (2022). Safeguarding imperiled biodiversity and evolutionary processes in the Wallacea center of endemism. *BioScience* 72 (11): 1118-1130.
10. Valeria Ramirez-Castaneda, Erin P. Westeen, Jeffrey Frederick Sina Amini Daniel R. Wait, Anang S. Achmadi, Noviar Andayani, Evy Arida, Umilaela Arifin, Moises A. Bernal, Elisa Bonaccorso, Marites Bonachita Sanguila, Rafe M. Brown, Jing Che, F. Peter Condori, Diny Hartiningtias, Anna E. Hiller, Djoko T. Iskandar, Rosa Alicia Jimenez, Rassim Khelifa, Roberto Marquez, Jose G. Martinez-Fonseca, Juan L. Parra, Joshua V. Pen~alba, Lina Pinto-Garcia, Onja H. Razafindratsima, Santiago R. Ron, Sara Souza, **J. Supriatna**, Rauri C. K. Bowie, Carla Cicero, Jimmy A. McGuire, and Rebecca D. Tarvin. 2022. A set of principles and practical suggestions for equitable fieldwork in biology. *PNAS* . 119 (34): e2122667119
11. Mitchel,S.L., Edward,D.P., Martin, R.W., Deere, N.J., Voight, M., Kastanya, A., Karya,A., Akbar, P.G., Jordan,K., Tasirin,J., Zakaria,Z., Matin, T., **Supriatna, J.**, Winarni, N., Davies, Z.G. and Struibig, M.J. (2022). Severity deforestation mediates biotic homogenization in an island archipelago. *Ecography*: <https://doi.or.10.1111/ecog.05990>
12. Mosnier, A., Schmidt-Traub, G., Obersteiner, M., Jones, S., Javalera-Rincon, V., DeClerck, F.,, Habiburrachman, A.H.F, Winarni, N.L, **Supriatna, J.** & Wang, X. (2022). How can diverse national food and land-use priorities be reconciled with global sustainability targets? Lessons from the FABLE initiative. *Sustainability Science*, 1-11.
13. Ibben, H., Dorward,L., Dwiyahreni,A.A, Jones, J.P., Kaduma,J., Kohi, E.M., Machomvu,J., Prayitno, K., Sabiladiyni, H., Sanken,S., Saputra,A.W., **Supriatna,J.**, St John, F., A., V, 2022. Experimental validation of specialized questioning techniques in conservation. *Conservation Biology*. Doi: 10.1111/cobi13908

14. Leo, S., **Supriatna, J.**, Misuono, K., Margules, C. 2022. Indigenous dayak iban customary perspective on sustainable forest management, West Kalimantan. *Biodiversitas* 23(1): 424-435.
15. Firdaus, N., **J. Supriatna**, and S., Supriatna, J. (2022). Ecosystem services research trends in Indonesia: a bibliometric analysis. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(2).
16. Kurniawan, K. **J. Supriatna**, J. Sapoheluwakan, T B. Soesilo, S. Mariati, F. Fatimah 2022. The Analysis of Forest and Land Fire and Carbon and Greenhouse Gas Emissions on the Climate Change in Indonesia. *AgBioForum*, 24(2): 1-11.
17. Zakaria, Z., Abinawanto, A., Angio, M. H., & **Supriatna, J.** (2022). Habitat preferences and site fidelity of *Tarsius supriatnai* in agricultural area and secondary forest of Popayato-Paguat Landscape (Gorontalo, Indonesia). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(7).
18. Wich, E., E. Meijaard, D. Prasetyo, W. Kuswanda, P. Hadisiswoyo and **J. Supriatna** 2022. TAPANULI ORANGUTAN: Pongo tapanuliensis (Nurcahyo, Meijaard, Nowak, Fredriksson & Groves in Nater et al., 2017). In: Mittermeier, R.A., Reuter, K.E., Rylands, A.B., Jerusalinsky, L., Schwitzer, C., Strier, K.B., Ratsimbazafy, J. and Humle, T. (eds.). Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2022–2023. IUCN SSC Primate Specialist Group, *International Primatological Society*, Re:wild, Washington, DC. 93-96 pp.
19. Kuswanda, W., Hadi S. Alikodra, Chris Margules, **Jatna Supriatna** 2021. The estimation of demographic parameters and a growth model for Tapanuli orangutan in the Batang Toru Landscape, South Tapanuli Regency, Indonesia. *Global Ecology and Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01832>
20. Voigt, M, **J Supriatna**, NJ Deere, A Kastanya, SL Mitchell, IMD Rosa, T Santika, R Siregar, JS Tasirin, A Widyanto, NL Winarni, Z Zakaria, S Mumbunan, ZG Davies, MJ Struebig. 2021. Emerging threats from

deforestation and forest fragmentation in the Wallacea centre of endemism. *Environ. Res. Lett* 16. : 1-28.

21. Amarasinghe, A. T., Ganesh, S. R., Mirza, Z. A., Campbell, P. D., Pauwels, O. S., Schweiger, S., ... & Supriatna, J. (2022). The delusion of stripes: A century-old mystery of five-lined sun skinks (Reptilia: Scincidae: Eutropis) of Peninsular India elucidated. *Zoologischer Anzeiger*, 296, 71-90.
22. Amarasinghe, A. T., Kamsi, Mistar., Riyanto, A., Putra, C. A., Hallermann, J., Andayani, N., & Supriatna, J. (2022). Taxonomy, distribution, and conservation status of a rare arboreal lizard, *Bronchocela hayeki* (Müller, 1928)(Reptilia: Agamidae) from northern Sumatra, Indonesia. *Zootaxa*, 5120(3), 409-422.
23. Amarasinghe, A. T., I, I., Riyanto, A., Hallermann, J., Andayani, N., Abinawanto, A., & Supriatna, J. (2022). Taxonomy and distribution of a common arboreal lizard, *Bronchocela jubata* Duméril & Bibron, 1837 (Reptilia: Agamidae), with designation of its lectotype from Java, Indonesia. *Zootaxa*, 5150(1), 65-82.
24. Patria, M. P., Kholis, N., Amarasinghe, A. T., Widodo, S., Sundaril, A., Supriatna, J., & Bawolaksono, A. (2022). A Citizen science survey of urban snakes at the campus Universitas Indonesia. *Herpetological Conservation and Biology*, 17(2), 433-441
25. Amarasinghe, A. T., Ganesh, S., Patel, H., Deuti, K., Campbell, P. D., Palot, M. J., ... & Supriatna, J. (2021). Taxonomy and predicted distribution of a rare Indian skink, *Eutropis innotata* (Blanford, 1870) (Reptilia: Scincidae) with the redescription of its holotype. *Zootaxa*, 4981(3), 577-592.
26. Amarasinghe, A. T., Putra, C. A., Henkanaththegedara, S. M., Dwiyahreni, A. A., Winarni, N. L., Margules, C., & Supriatna, J. (2021). Herpetofaunal diversity of West Bali National Park, Indonesia with identification of indicator species for long-term monitoring. *Global Ecology and Conservation*, 28, e01638.

27. Chaerani, E., J. Supriatna, M. Moeliono, R. H. Koestoer 2021. Kajian kopi luwak berkelanjutan di Indonesia. Dalam: *Metode dan Kajian Sumber Daya Hayati dan Lingkungan* (Supriatna, J. ed), Pustaka Obor, Jakarta, p.543-558.
28. Dwiyahreni, A., Fuad, H. A., Sunaryo, S. U. N. A. R. Y. O., Soesilo, T. E. B., Margules, C., & Supriatna, J. (2021). Forest cover changes in Indonesia's terrestrial national parks between 2012 and 2017. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(3).
29. Dwiyahreni, A. A., Fuad, H. A., Muhtar, S., Soesilo, T. B., Margules, C., & Supriatna, J. (2021). Changes in the human footprint in and around Indonesia's terrestrial national parks between 2012 and 2017. *Scientific Reports*, 11(1), 1-14.
30. Evans, B. J., Peter, B. M., Melnick, D. J., Andayani, N., Supriatna, J., Zhu, J., & Tosi, A. J. (2021). Mitonuclear interactions and introgression genomics of macaque monkeys (*Macaca*) highlight the influence of behaviour on genome evolution. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1960), 20211756.
31. Kuswanda, W., Alikodra, H. S., Margules, C., & Supriatna, J. (2021). The estimation of demographic parameters and a growth model for Tapanuli orangutan in the Batang Toru Landscape, South Tapanuli Regency, Indonesia. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01832.
32. Mariati, S. & J. Supriatna 2021. Harmonisasi ruang antara Produksi dan Konservasi pada kawasan hutan rusak: Metode SMCA. Dalam: *Metode dan Kajian Sumber Daya Hayati dan Lingkungan* (Supriatna, J. ed), Pustaka Obor, Jakarta, p.531-542.
33. Putra, A. W., Supriatna, J., Koestoer, R. H., & Soesilo, T. E. B. (2021). Differences in Local Rice Price Volatility, Climate, and Macroeconomic Determinants in the Indonesian Market. *Sustainability*, 13(8), 4465.

34. Setyawan, A. D., Supriatna, J., Nisyawati, N., Nursamsi, I., Sutarno, S., Sugiyarto, S., ... & Indrawan, M. (2021). Projecting expansion range of *Selaginella zollingeriana* in the Indonesian archipelago under future climate condition. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(4).
35. Sumantri, H. & J. Supriatna 2021. Model harmonisasi ruang dengan metode MCA: Studi kasus di Sumatra bagian utara. Dalam: *Metode dan Kajian Konservasi Biodiversitas Indonesia* (Supriatna, J.ed), Pustaka Obor, Jakarta, p. 65-74
36. Supriatna, J. & Chris Margules 2021. Pembelajaran dalam perencanaan produksi keberlanjutan: Metode Multi Criteria Analysis. Dalam: *Metode dan Kajian Sumber Daya Hayati dan Lingkungan* (Supriatna, J. ed), Pustaka Obor, Jakarta, p.519-530.
37. Supriatna, J. & W. Wardoyo 2021. Prioritas konservasi skala regional dan global. Dalam: *Metode dan Kajian Konservasi Biodiversitas Indonesia* (Supriatna, J.ed), Pustaka Obor, Jakarta, p. 9-22
38. Tjong, G. P., Supriatna, J., Takarina, N. D., & Tambunan, R. P. (2021). Mangrove diversity and suitability assessments for ecotourism in Cimalaya Wetan Coast, Karawang District, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(2).
39. Voigt, M., Supriatna, J., Deere, N. J., Kastanya, A., Mitchell, S. L., Rosa, I. M., ... & Struebig, M. J. (2021). Emerging threats from deforestation and forest fragmentation in the Wallacea centre of endemism. *Environmental Research Letters*, 16(9), 094048.
40. Wiedenfeld, D. A., Alberts, A. C., Angulo, A., Bennett, E. L., Byers, O., Contreras-MacBeath, T., Supriatna, J.... & Zhang, L. (2021). Conservation resource allocation, small population resiliency, and the fallacy of conservation triage. *Conservation Biology*.
41. Pramono, A.H., Fuad, H.A., Haryanto, B., Indrawan, M., Khasanah, N., Manessa, M.D.M., Pratiwi, K., Sari, D.A., Siregar, R.S., Supriatna,

- J. and Winarni, N.L., 2021. Mitigating social-ecological risks from the surge in China's overseas investment: an Indonesian profile. *Discover Sustainability*, 2(1), pp.1-14.
42. Yuliana, N., Supriatna, J., & Winarni, N. L. (2021, November). Community perceptions and conceptions of the impact of forest and land fires in Bengkalis Regency, Riau Province. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 886, No. 1, p. 012102). IOP Publishing.
43. Hamdiyah, S., Supriatna, J., Prihanto, Y., Adi, N. S., & Pranowo, W. S. (2020, July). Social and economic influences on CO2 emission from capture fisheries in West Java Province. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 530, No. 1, p. 012026). IOP Publishing.
44. Krisna, P. A., Supriatna, J., Suparmoko, M., & Garsetiasih, R. (2020). Sustainability of Timor Deer in Captivity: Captive Breeding Systems in West Java, Indonesia. *Tropical Conservation Science*, 13, 1940082920915651.
45. Winarso, G, Kamal M., Rosid, M.S. , Asriningrum,W. and Supriatna, J. 2020. Kajian Pustaka Asesmen Status Kondisi Ekosistem Mangrove. SRIBIOS: Sriwijaya *Bioscientia* 1 (2) 14-22.
46. Leo, S., & Supriatna, J. (2020, March). Morphological variation of *Ahaetulla prasina* (Boie, 1827) (Squamata: Colubridae) in Indonesia, with an expanded description of the species. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 481, No. 1, p. 012003). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/481/1/012003
47. Margules, C., Boedhihartono, A. K., Langston, J. D., Riggs, R. A., Sari, D. A., Sarkar, S., ... & Winarni, N. L. (2020). Transdisciplinary science for improved conservation outcomes. *Environmental Conservation*, 47(4), 224-233.

48. Setyawan, A. D., Supriatna, J., Nursamsi, I., SUTARNO, S., SUGIYARTO, S., Sunarto, S., ... & Indrawan, M. (2020). Anticipated climate changes reveal shifting in habitat suitability of high-altitude selaginellas in Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(11).
49. Setyawan, A. D., Supriatna, J., NISYAWATI, N., NURSAMSIS, I., SUTARNO, S., SUGIYARTO, S., ... & INDRAWAN, M. (2020). Predicting potential impacts of climate change on the geographical distribution of mountainous selaginellas in Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(10).
50. Siregar, P. G., Supriatna, J., Koestoer, R. H., & Harmantyo, D. (2020, March). Borneo Orangutan *Pongo pygmaeus pygmaeus* habitat sustainability and its challenges. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 481, No. 1, p. 012002). IOP Publishing. Doi: 10.1088/1755-1315/481/1/012002
51. Subagyo, A., Supriatna, J., Andayani, N., & Mardiasuti, A. (2020, March). Diversity and activity pattern of wild cats in Way Kambas National Park, Sumatra, Indonesia. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 481, No. 1, p. 012005). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/481/1/012005
52. Supriatna, J., Leo, S., Anugra, B. G., Dwiyahreni, A. A., Winarni, N. L., & Margules, C. (2020). Lessons learned from training students to conduct primate surveys. *Primate Conservation*, 34, 217-225.
53. Supriatna, J., Shekelle, M., Fuad, H. A., Winarni, N. L., Dwiyahreni, A. A., Farid, M., ... & Zakaria, Z. (2020). Deforestation on the Indonesian island of Sulawesi and the loss of primate habitat. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01205.
54. Murdiyarso, E. Sukara, J. Supriatna, A. Koropitan, B. Juliandi, and J. Jompa. 2020. Creating blue carbon opportunities in the maritime archipelago Indonesia. Policy Brief No. 3 | November 2018 | DOI: 10.17528/cifor/007058

55. Alamgir, M., Campbell, M. J., Sloan, S., Suhardiman, A., Supriatna, J., & Laurance, W. F. (2019). High-risk infrastructure projects pose imminent threats to forests in Indonesian Borneo. *Scientific Reports*, 9(1), 1-10.
56. Dharmayanti, N., J. Supriatna, Abinawanto, A., Yasman, Y. 2019. Characteristics of alginate content on *Sargassum polycystum* C.A. Agardh from Western Java, Indonesia. Embrio 2019: IOP Conf. Series.: *Earth and Environmental Science* 404:(2020)012020. Doi:10.1088/1755-1315/404/1/012020.
57. Dharmayanti, J. J. Supriatna, Abinawanto, Yasman 2019. Isolation and partial characterization of alginate extracted from *Sargassum polycystum* collected from three habitats in Banten, Indonesia. *Biodiversitas* 20(6):1776-1785.
58. Simbiak, M., J. Supriatna, E.B. Waluyo, Nisyawati 2019. Review Current status of Ethnobiological studies in Merauke, Papua, Indonesia: A perspective of biological-cultural diversity conservation. *Biodiversitas* 20(12): 3455-3466. DOI:10.13057/biodiv/d201201
59. dos Santos R, L. L. Bridgeman, J. Supriatna, R. Siregar, N. Winarni and R. Salmi. 2019. Behavioural Ecology of Mangrove Primates and Their Neighbours. In: *Primates in flooded area: Ecology and Conservation* (Eds K. Nowak, A. Barnett, I. Matsuda), p. 125-134, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
60. Ario, A., Kartono, A. P., Prasetyo, L. B., & Supriatna, J. (2018). Habitat Suitability of Release Site for Javan Gibbon (*Hylobates moloch*) in Mount Malabar Protected Forests, West Java. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 24(2), 95-95.
61. Ario, A., Kartono, A. P., Prasetyo, L. B., & Supriatna, J. (2018). Post-release adaptation of Javan gibbon (*Hylobates moloch*) in Mount Malabar Protected Forest, West Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(4), 1482-1491.

62. Dinanti, R. V., Winarni, N. L., & Supriatna, J. (2018). Vertical stratification of bird community in Cikepuh wildlife reserve, West Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(1), 134-139.
63. Estrada, A., Garber, P. A., Mittermeier, R. A., Wich, S., Gouveia, S., Dobrovolski, R., ... & Setiawan, A. (2018). Primates in peril: the significance of Brazil, Madagascar, Indonesia and the Democratic Republic of the Congo for global primate conservation. *PeerJ*, 6, e4869.
64. Krisna, P. A. N., Supriatna, J., Suparmoko, M., & Garsetiasih, R. (2018). The perceptions of consumers towards venison from captive breeding. *Annals of Biology*, 34(3), 247-248.
65. Siregar, P. G., Supriatna, J., Koestoer, R. H., & Harmantyo, D. (2018). System dynamics modeling of land use change in West Kalimantan, Indonesia. *BIOTROPIA-The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 25(2), 103-111.
66. Sloan, S., Supriatna, J., Campbell, M. J., Alamgir, M., & Laurance, W. F. (2018). Newly discovered orangutan species requires urgent habitat protection. *Current Biology*, 28(11), R650-R651.
67. Supriatna, J. (2018). Biodiversity indexes: Value and evaluation purposes. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 48, p. 01001). EDP Sciences.
68. Winarni, N. L., Dwiyahreni, A. A., Hartiningtias, D., & Supriatna, J. (2020, March). A benchmark assessment of ecosystem health indicator species groups at Bali Barat National Park. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 481, No. 1, p. 012006). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/481/1/012006
69. Yanuar, A., & Supriatna, J. (2018). The Status of Primates in the Southern Mentawai Islands, Indonesia. *Primate Conserv*, 32(1), 193-203.

70. Chairany, , J. Supriatna, R. Koestoer, M. Moeliono 2017. Physical Land Suitability for Civet Arabica Coffee: Case Study of Bandung and West Bandung Regencies, Indonesia. The 5th *Geoinformation Science Symposium 2017 (GSS 2017)* doi:10.1088/1755-1315/98/1/012029
71. Supriatna, J. Asri A. Dwiyahreni, Nurul Winarni, Sri Mariati and Chris Margules 2017. Deforestation of Primate Habitat on Sumatra and Adjacent Islands, Indonesia. *Primate Conservation* 31(3):.71-82.
72. Amarasinghe, T.A.A, N.A. Payarkov, P.D. Campbell, S. Leo, J. Supriatna, & J. Hallerman 2017. Systematics of *Eutropis rugifera* (Stoliczka,1870) (Squamata: Scincidae) including the redescription of the holotype. *Zootaxa* 4272: 103-118.
73. Metusala, D & J.Supriatna 2017. *Gastrodia bamboo* (Orchidacea: Epidendroidea), A New species from Java, Indonesia. *Phytotaxa*: doi.oig/10.11646/phytotaxa.00.0
74. Metusala, D., J. Supriatna, Nisyawati, D. Soepandi 2017. Comparative leaf and root anatomy of two *Dendrobium* species (Orchidaceae) from different habitat in relation to their potential adaptation to drought. *AIP Conference Proceedings* 1862, 030118; doi: 10.1063/1.4991222.
75. Siregar, P.G., J. Supriatna, R.H. Koestoer, D. Harmantyo 2017. Assessment and mapping of tradeoffs land uses in the Orangutan habitat: A case Pongo pygmeus pygmeus habitat of West Kalimantan. *AIP Conference Proceedings* 1862, 030106; doi: 10.1063/1.4991210
76. Sarkar S., J.S. Dyer, C. Margules, M. Ciarleglio, N. Kemp, G. Wong, D. Juhn, and J. Supriatna. 2017. Developing an objectives hierarchy for multicriteria decisions on land use options, with a case study of biodiversity conservation and forestry production from Papua, Indonesia. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(3), 464–485

77. Nugroho, D., M.P. Patria, J. Supriatna, L. Adrianto 2016. The estimates spawning potential ratio of three dominant demersal fish species landed in Tegal, north coast of central Java, Indonesia. *Biodiversitas* 18(2): 844-859.
78. Nugroho, D., M.P. Patria, J. Supriatna, L. Adrianto 2016. Biological characteristics on the three demersal fish landed in Tegal, North coast of Central Java, Indonesia. *Biodiversitas* 17(2): 679-686
79. Supriatna, J. and A. Ario 2015. Primates as Flagship for Conserving Biodiversity and Parks in Indonesia: Lessons Learned from West Java and North Sumatra. *Primate Conservation Journal* (29): 123-131.
80. Supriatna, J., N. Winarni, A.A., Dwiyahreni 2015. Primates of Sulawesi: An Update on Habitat Distribution, Population and Conservation. *Taprobanica* 7(3): 170-192.
81. Margules, C., J. Sayer, , A.K. Boedihartono, D. Makes, S. Sarkar and J. Supriatna. 2015. Development in Eastern Indonesia: Are there Alternative Approaches. *Taprobanica* 7(3): 201-212.
82. Silalahi, M., Nisyawati, E.B. Walujo, J. Supriatna, W. Mangunwardoyo 2015. The local knowledge of medicinal plants trader and diversity of medicinal plants in the Kabanjahe traditional market, North Sumatra, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology* (175): 432-443.
83. Amarasinghe, T, A.A., G. Vogel, J.A. McGuire, I. Sidik, J. Supriatna, & A. Ineich 2015. Description of a Second Species of the Genus *Rabdion* Dume´ril, Bibron & Dume´ril, 1854 (Colubridae: Calamariinae) from Sulawesi, Indonesia. *Herpetologica* 71(3), 2015, 234–239.
84. Putri, R.I., J. Supriatna, E.B. Waluyo 2014. Ethnobotanical Study of Plant Resources in Serangan Island, Bali. *Asian Journal of Conservation Biology*, 3 (2): 135–148.
85. Silalahi, M., J. Supriatna, E.B. Waluyo, & Nisyawati 2014. Pengetahuan lokal dan Keanekaragaman subetnis Batak karo di Sumatra Utara. *Bioeti*: 146-153

86. Supriatna, J., E. Perbatakusuma, A.H. Damanik, H. Hasbullah & A. Ario 2014. Sumatran orangutan as a flagship for conserving biodiversity and parks: Lesson Learned from North Sumatra Conservation Awareness Programmes. *Asia Primate Journal* 4(2): 52-59.
87. Rosalina, Y., K. Kartawinata, Nisyawati, E. Nurdin and J. Supriatna. 2014. Floristic composition and structure of a peat swamp forest in the conservation area of the PT National Sago Prima, Selat Panjang, Riau, Indonesia. *Reinwardtia* 14 (1): 191-210.
88. Supriatna, J. and S. Mariati 2014. Degradation of Primate Habitat at Tesso Nilo Forest with Special Emphasis on Riau Pale-Thighed Surili (*Presbytis siamensis cana*). *J. Env. Protection* 5: 1145-1152.
89. Roos, C.. R. Boonratana, J. Supriatna, J. R. Fellowes, C. P. Groves, D. Stephen 2014. An Updated Taxonomy and Conservation Status Review of Asian Primates. *Asian Primate Journal* 4 (1): 2-38.
90. Supriatna, J. 2014. Perilaku Satwa Liar Menghadapi Bencana Alam: Gempa dan Tsunami Aceh. In: Memaknai Perilaku Tak Biasa Satwa Menjelang Terjadinya Gempa Bumi (D. Sastradipradja, S. Wydiantoro, Y. Winarto and A. Sulaswatty eds), Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia, p. 121-125, Jakarta.
91. Mariati, S., H. Kusnopranto, J. Supriatna and R. H. Koestoer 2014. Habitat Loss of Sumatran Elephants (*Elephas maximus sumatranus*) in Tesso Nilo Forest, Riau, Indonesia. *Austral. J. Basic and Applied Science* 8(2): 248-255
92. Oktaviani, D., J. Supriatna, M. Erdmann and A. Abinawanto, 2014. Maturity Stages of Indian Mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) In Mayalibit Bay, Raja Ampat, West Papua, *Intl. J. Aquatic Science* 5 (1): 67-76.
93. Prakoso, D.B. J. Supriatna, R. Hendro Koestoer, B. S. Soepandji, S. Mariati. 2014. Sustainable Protected Area Management Model Based on *Civil-Military Cooperation in Kutai National Park, East Borneo, Indonesia*. *RJSSM* 4(1): 173-185.

94. Linkem, C. R. , Rafe M. Brown, Cameron D. Siler, Ben J. Evans, Christopher C. Austin, Djoko T. Iskandar, Arvin C. Diesmos, Jatna Supriatna, Noviar Andayani and Jimmy A. McGuire, 2013. Stochastic faunal exchanges drive diversification in widespread Wallacean and Pacific island lizards (Squamata: Scincidae: Lamprolepis smaragdina). *Journal of Biogeography (J. Biogeogr.)* (2013) 40, 507–520.
95. Mittermeier, J.C., Cottee-Jones, H.E.W., Purba, E.C., Ashuri, N.M, Hesdianti,E., Supriatna, J. 2013. A survey of the avifauna of Obi island, North Moluccas, Indonesia. *Forktail* 29: 128–137
96. Arifin, M.Z. P. Tjiptoherijanto, S. A. Awang, and J. Supriatna 2013. Adaptation Initiative in Agrosilvo Ecosystem Characteristics of Privately Owned Forest on Serayu Upstream Watershed. *RJSSM* 3 (3): 112-117
97. Roos, C. R. Boonratana, .J. Supriatna, J. R. Fellowes, A B. Rylands and R. A. Mittermeier. 2013 An updated taxonomy of primates in Vietnam, Laos, Cambodia and China. *Vietnamese Journal of Primatology* 2 (2): 13-26.
98. Supriatna, J. 2013. Melestarikan Keanekaragaman Hayati Berbasis Ilmu Penegtahuan dan Teknologi di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Vol 2: 1-12, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
99. Supriatna, J. & N. Andayani 2013. Keanekaragaman Satwa Nusantara: Sejarah, Manfaat, Riset dan Konservasinya. Dalam: Mengentas Biodiversitas Fauna Nusantara yang Tertindas. D. Sastradipradja & Muladno (eds), Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta: 7-25.
100. Supriatna, J. 2013. Biomolekul dan Konservasi Keanekragaman Hayati. Dalam: Biomolekul: Penjamin KeberlanjutanPemanfaatan Keanekaragaman Hayati (I. Gandjar, S. Mulyoprawiro, P. Wahyudi (eds), Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, 9-15.

101. Mariati, S., J. Supriatna, R.H. Koestoer, H.K. Putranto 2013. Impact of Open Access Roads to Deforestation of Tesso Nilo Forest, Sumatra, Indonesia. In; Second International Conference of Indonesia Forestry Researchers: Forestry Research for Sustainable Forest Management and Community Welfare. Forestry Research and Development Agency (Abstract): 27.
102. Prasetyo, D. S.S. Utami and J. Supriatna 2012. Nest Structures in Bornean Orangutans. *Jurnal Biologi Indonesia* 8(2): 217-227.
103. Setiadi, M.I, J.A. McGuire,² Rafe M. Brown, M. Zubairi,¹ D.T. Iskandar, N. Andayani, J.Supriatna, & B.J. Evans 2011. Adaptive Radiation and Ecological Opportunity in Sulawesi and Philippine Fanged Frog (*Limnonectes*) Communities. *American Naturalist*. 178 (2): 222-240.
104. Brown, RM., CW Linkem, CD Silver, J. Sukumaran, JA. Esselstyn, AC Diesmos, DT Iskandar, D Bigford, BJ Evans, JA McGuire, J.Supriatna and N. Andayani 2010 Phylogeography and historical demography of Polypedates leucomystax in the Indonesia and Philippines: Evidence for recent human-mediated range expansion? *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57: 598-619
105. Supriatna, J. & Gursky-Doyen S. (2010). Conclusions. In S Gursky-Doyen & J Supriatna (eds.). Indonesian Primates. Pp. 397-400. New York. Springer Publishing. Grow, NB, Supriatna, J. & Gursky-Doyen S. (2010). Introduction. In S Gursky-Doyen & J Supriatna (eds.). Indonesian Primates. Pp. 1-9. New York. Springer Publishing.

Spesies yang diabadikan atas nama: Jatna Supriatna



Spesies yang ditemukan oleh Jatna Supriatna dan kawan-kawan

