



Memantau Dampak REDD+

Koordinasi Lintas Skala dan Integrasi
Interdisipliner

Amy E. Duchelle, Martin Herold dan Claudio de Sassi

Memantau Dampak REDD+

Koordinasi Lintas Skala dan Integrasi Interdisipliner

Amy E. Duchelle

CIFOR

Martin Herold

Wageningen University

Claudio de Sassi

CIFOR

© 2016 Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR)



Materi dalam publikasi ini berlisensi di dalam Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

DOI: 10.17528/cifor/006242

Duchelle AE, Herold M dan de Sassi C. 2016. *Memantau Dampak REDD+: Koordinasi Lintas Skala dan Integrasi Interdisipliner*. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Diterjemahkan dari: Duchelle AE, Herold M dan de Sassi M. 2015. Monitoring REDD+ impacts: Cross-scale coordination and interdisciplinary integration. *In: Latawiec A dan Agol D, eds. Sustainability Indicators in Practice*, pp. 55-79. Warsaw, Poland: De Gruyter Open.

CIFOR
Jl. CIFOR, Situ Gede
Bogor Barat 16115
Indonesia

T +62 (251) 8622-622
F +62 (251) 8622-100
E cifor@cgiar.org

cifor.org

Kami ingin berterima kasih kepada para donatur yang telah mendukung penelitian ini melalui kontribusinya terhadap Dana CGIAR. Untuk daftar donor dapat dilihat dalam: <http://www.cgiar.org/who-we-are/cgiar-fund/fund-donors-2/>

Pandangan yang diungkapkan dalam publikasi ini berasal dari penulis dan bukan merupakan pandangan CIFOR, para penyunting, lembaga asal penulis atau penyandang dana maupun para peninjau buku.

Daftar Isi

Ucapan Terima Kasih	v
1 Pendahuluan	1
2 Konsep Kunci dan Tujuan Pemantauan	4
3 Pilihan Pemantauan Dampak Karbon dan Non-karbon REDD+	7
3.1 Pemantauan Karbon	7
3.2 Pemantauan Sosial	12
3.3 Pemantauan Lingkungan	14
3.4 Peluang Pemantauan Terintegrasi	18
4 Memetik Pelajaran dan Melangkah Maju	21
Referensi	24

Daftar Gambar dan Tabel

Gambar

1. Skalar dan komponen disiplin pemantauan REDD+ 5
2. Peluang yang mungkin dari pemantauan karbon, lingkungan dan sosial yang terintegrasi di dalam REDD+ 16

Tabel

1. Pilihan pendekatan pemantauan dan sumber data aktivitas dan penyebab perubahan hutan utama pada tingkat nasional di luar penggunaan data standar 8
2. Kemampuan operasional produk informasi hutan berbeda dalam konteks REDD+ 11

Ucapan Terima Kasih

Pekerjaan ini didukung oleh Inisiatif Iklim Internasional (IKI), Kementerian Lingkungan Hidup, Konservasi Alam dan Keamanan Nuklir (BMU) Jerman melalui proyek “Dari Penelitian Iklim menjadi Aksi di bawah Tata kelola Multilevel: Membangun Pengetahuan dan Kapasitas pada Skala Bentang Alam.” Christopher Martius, Jacob Phelps, Elena Shishkova, Erin Sills, Mary Menton, dan para editor yang telah memberi masukan berharga pada versi sebelumnya. Seluruh kekurangan adalah tanggung jawab penulis.

1 Pendahuluan

Kompensasi berbasis hasil untuk menurunkan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan serta meningkatkan stok karbon (REDD+) merupakan salah satu cara yang menjanjikan untuk membantu mitigasi perubahan iklim global. Mengingat dampak iklim dari reduksi emisi (dan peningkatan pelepasan karbon) adalah salah satu inti REDD+, negara-negara diminta membangun sistem pemantauan perubahan stok karbon hutan untuk pelaporan di tingkat internasional (Herold dan Skutsch, 2011; Romijn *et al.*, 2013). Meski demikian, pemantauan REDD+ lebih dari sekadar karbon untuk tiga alasan. Pertama, aktivitas REDD+ dapat mendorong manfaat sosial dan lingkungan yang luas atau memunculkan risiko lain yang perlu dipertimbangkan dalam desain dan implementasinya. Kedua, Konvensi Kerangka Kerja Perubahan Iklim PBB (UNFCCC) Perjanjian Cancun menuliskan tujuh pengamanan (Keputusan 1/CP.16) untuk program REDD+ yaitu: 1) melengkapi program hutan nasional beserta konvensi dan perjanjian internasional; 2) menjaga transparansi tata kelola; 3) menghargai pengetahuan dan hak masyarakat adat dan lokal; 4) partisipasi yang efektif dalam desain dan implementasi REDD+; 5) meningkatkan konservasi hutan dan lingkungan serta manfaat sosial; 6) mengatasi risiko pembalikan; dan 7) mengurangi kebocoran (UNFCCC, 2011a). Negara-negara harus menetapkan Sistem Informasi Pengamanan agar layak untuk pembayaran berbasis hasil (UNFCCC, 2014). Selain itu, yurisdiksi dan pelibatan proyek dengan multi-donor dan donor bilateral serta pemberi sertifikat pihak ketiga perlu mempertimbangkan standar tambahan dan/atau memandu terwujudnya performa sosial dan lingkungan yang tinggi, seperti pada Dana Kemitraan Karbon-Hutan Bank Dunia (FCPF, 2013), Program UN-REDD (UN-REDD, 2012), Aliansi Masyarakat, Iklim dan Keanekaragaman Hayati (CCBA, 2013) dan Inisiatif Standar Sosial dan Lingkungan REDD+ (REDD+ SES, 2013). Ketiga, pemantauan hutan menjadi alat kebijakan penting nasional bagi negara-negara untuk menilai dan memahami penyebab perubahan hutan, mendukung REDD+ dan strategi yang berkaitan dengan tata guna lahan yang ramah iklim, implementasi jalur, dan membentuk basis distribusi manfaat yang dikembangkan melalui pendanaan iklim (De Sy *et al.*, 2012; Kissinger *et al.*, 2012). Sifat multidimensi REDD+ memunculkan tantangan besar untuk mengidentifikasi imbal-balik efisien antara pemantauan yang mendalam dan sangat lengkap dengan meningkatnya kompleksitas dan biaya, yang menjadi masalah serius mengingat keterbatasan dana yang ada untuk pemantauan REDD+. Pemantauan dampak karbon maupun non-karbon REDD+ memerlukan pembangunan sistem yang secara ilmiah

kuat, namun cukup sederhana untuk diterapkan secara efektif (Gardner *et al.*, 2012). Menjawab tantangan ini adalah penting dalam mengoperasionalkan REDD+.

Salah satu tantangan utama sistem pemantauan REDD+ adalah masalah tingkat skala. Hingga saat ini, sebagian besar pemantauan pelaksanaan REDD+ dilakukan pada tingkat subnasional. Sejak Peta Jalan Bali 2007, ratusan inisiatif subnasional REDD+ bermunculan di wilayah tropis, yang terentang dari proyek lokal hingga program REDD+ yurisdiksional yang lebih luas (Simonet *et al.*, 2014, Sunderlin *et al.*, 2014). Banyak dari inisiatif tersebut mengkombinasikan penegakan hukum hutan dan implementasi insentif bersyarat maupun tidak-bersyarat untuk mendorong praktik pemanfaatan lahan lebih berkelanjutan (Sunderlin dan Sills, 2012). Sementara inisiatif-inisiatif tersebut menyesuaikan dengan sistem penghitungan dan verifikasi pihak ketiga, banyak yang masih berjuang menerapkan pemantauan yang berkelanjutan dan efektif (Joseph *et al.*, 2013). Kesulitan ini sebagian akibat dari keterbatasan kapasitas dan sumber daya, dan karena peran sistem pemantauan subnasional menjadi kurang jelas ketika sistem REDD+ nasional dikembangkan. Misalnya, beberapa program REDD+ subnasional adalah percontohan Kerangka Kerja Yurisdiksi dan Teruji Standar Verifikasi Karbon (VFC) REDD+ untuk penghitungan dan kredit karbon. Beberapa peraturan ini bisa berbeda dari penghitungan dan pelaporan sistem pemantauan hutan nasional dengan UNFCCC yang menggunakan Panduan Praktik yang baik (GPG) Panel Perubahan Iklim Antar-pemerintah (IPCC). Untuk non-karbon, beberapa program REDD+ subnasional merupakan bagian dari Inisiatif SES REDD+ yang menjalankan performa tinggi lingkungan dan sosial, yang mungkin bisa atau mungkin juga tidak bisa mengikuti Sistem Informasi Pengamanan nasional. Sebagai tambahan untuk masalah pelaporan lintas skala, masalah skala pengukuran menjadi inti bagi pemantauan. Pemantauan skala kasar versus rinci dari dampak karbon dan non-karbon REDD+ dapat mengarah pada kesimpulan berbeda mengenai performa berbasis hasilnya, sehingga penting menemukan keseimbangan antara presisi/akurasi dan upaya (Romijn *et al.*, 2013). Masalah ini muncul dalam laporan Lampiran 1 negara-negara untuk aktivitas tata guna lahan, perubahan tata guna lahan dan kehutanan (LULUCF) di bawah Protokol Kyoto.

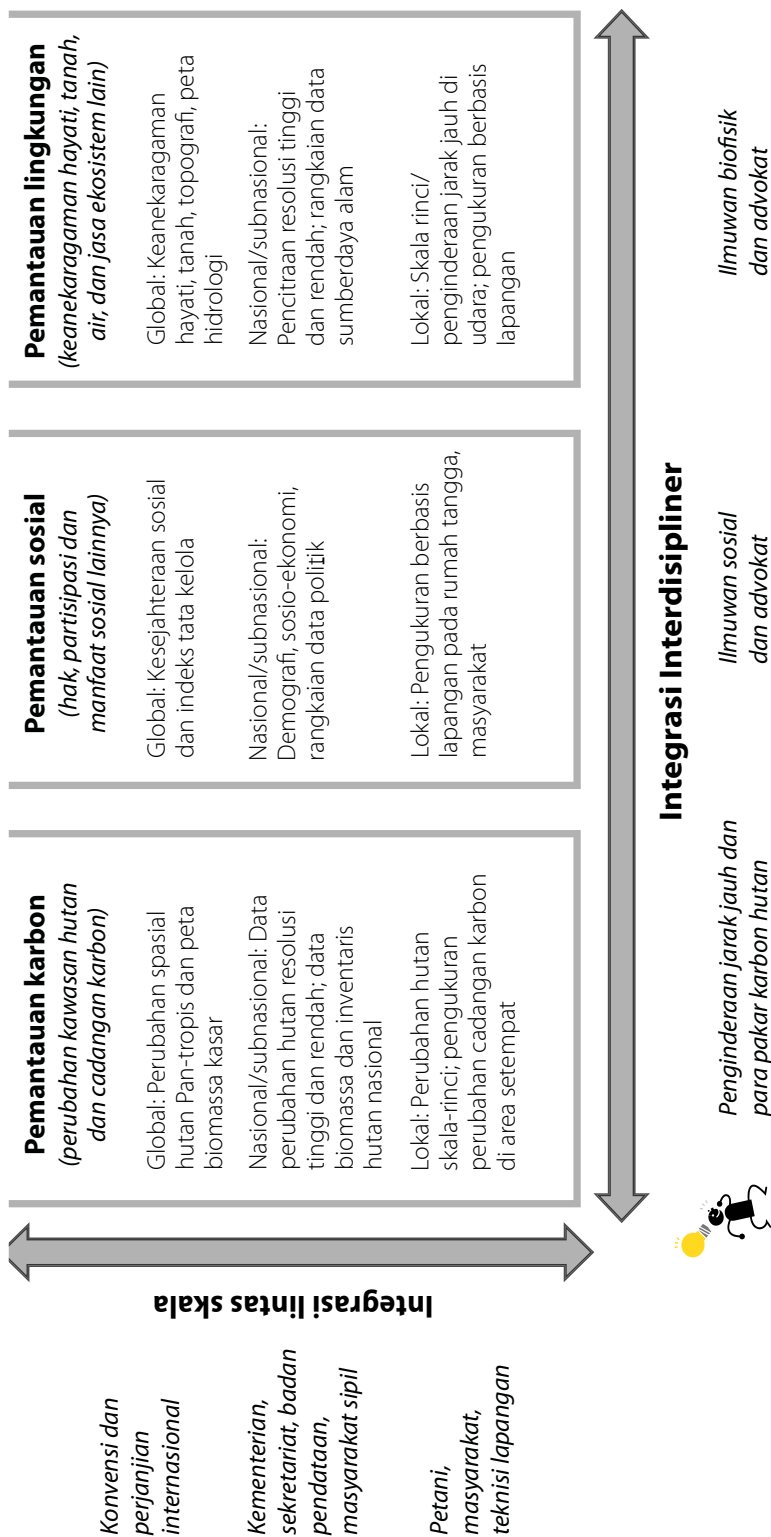
Tantangan kedua adalah lemahnya koneksi antara upaya pemantauan karbon dan non-karbon dalam REDD+, yang kerap terjadi dalam isolasi disipliner. Di sisi lain, ada penginderaan jarak jauh dan ilmuwan karbon hutan yang berfokus pada peningkatan sistem dan pendekatan pemantauan karbon melalui data aktivitas (yaitu aktivitas manusia yang menghasilkan emisi atau pelepasan karbon), faktor emisi (yaitu emisi atau pelepasan seluruh gas rumah kaca dalam semua cadangan karbon), dan menilai dampak dari tingkat emisi acuan yang kuat (yaitu tolak ukur kontra-faktual terhadap emisi dan pelepasan karbon aktual mana yang dapat diukur) (Herold *et al.*, 2012; Verchot *et al.*, 2012). Di sisi lain, para ilmuwan sosial, ekologi dan advokat terfokus pada meminimalkan risiko sosial dan lingkungan terkait REDD+ dan peningkatan manfaat, dengan subdivisi lebih jauh pada kelompok sosial dan lingkungan. Dari sisi sosial, fokus ditujukan pada perlindungan dan peningkatan tata kelola lokal dan

kesejahteraan (Brown *et al.*, 2008), sejalan dengan mengamankan hak lokal atas lahan dan sumber daya (Sunderlin *et al.*, 2009), yang sering dipandang sebagai kunci efektivitas REDD+ (mis. keamanan tenurial sebagai prasyarat aplikasi regulasi dan mekanisme berbasis insentif REDD+; Duchelle *et al.*, 2014). Di sisi lingkungan, fokus tertuju pada konservasi jasa lingkungan yang diberikan hutan alam untuk menghindari fokus yang hanya pada karbon. Kekhawatirannya adalah jika fokus hanya pada karbon bisa mengarah pada pergeseran kerusakan dari hutan biomassa tinggi menjadi biomassa rendah, tergantikannya ekosistem asli dengan perkebunan pohon monokultur (Stickler *et al.*, 2009), atau intervensi silvikultural untuk meningkatkan stok karbon dalam area tata kelola hutan yang berdampak negatif pada keanekaragaman hayati (Putz dan Redford, 2009). Seruan konservasi keanekaragaman hayati, sebagai bagian integral perencanaan REDD+, bermula dari persepsi bahwa keanekaragaman hayati penting bagi stabilitas jangka panjang provisi jasa lingkungan (Phelps *et al.*, 2012a). Ada juga seruan peringatan bahwa fokus yang terlalu sempit pada karbon bisa mengesampingkan umpan balik negatif bagi kesejahteraan manusia melalui dampak negatif lingkungan pada skala bentang alam (Lindenmeyer *et al.*, 2012; Phelps *et al.*, 2012b). Pemisahan antara pemantauan karbon dan non-karbon diperkuat melalui kerangka kerja pelaporan internasional dan nasional. Walaupun pemisahan ini pada praktiknya ada pengecualian, kami berpendapat bahwa integrasi lintas skala dan antar disiplin yang lebih baik itu penting bagi efektivitas biaya dan performa jangka panjang REDD+ beserta sistem pemantauannya. Masalah serupa terkait pemisahan skala dan disipliner menjadi hambatan bagi desain dan aplikasi indikator keberlanjutan menuju penguatan pembangunan berkelanjutan yang lebih luas.

Tujuan dari bab ini adalah menguji peluang koordinasi lintas skala dan integrasi interdisipliner dalam pemantauan dampak karbon dan non-karbon REDD+ (Gbr. 1). Pertama, kami menyajikan konsep kunci dalam pemantauan terkait REDD+. Kami kemudian mengkaji pilihan yang tersedia untuk pemantauan karbon, pemantauan sosial dan lingkungan, dengan perhatian khusus pada tingkat skala. Terakhir, kami menyajikan strategi untuk melangkah maju melalui pemantauan REDD+ lintas skala dan antardisiplin yang lebih terintegrasi, sehingga mampu melangkah lebih dari sekedar REDD+ dalam menginformasikan pendekatan-pendekatan untuk pengukuran berkelanjutan di bentang alam.

2 Konsep Kunci dan Tujuan Pemantauan

Pemantauan adalah elemen kunci untuk menelusuri performa program (masukan, aktivitas, hasil) secara reguler. Pemantauan berbeda dari evaluasi dampak, yang merupakan penilaian per episode perubahan dari hasil yang ditargetkan yang bisa diatribusikan menjadi sebuah intervensi melalui pemahaman kontrafaktual (yaitu apa yang akan terjadi dalam ketiadaannya). Yang terpenting adalah, data yang dikumpulkan melalui proses pemantauan dapat dimasukkan dalam evaluasi dampak. Meski wacana pemantauan dalam REDD+ kebanyakan didorong oleh kebutuhan untuk menyelaraskan dengan persyaratan UNFCCC, pendekatan yang dipakai dapat langsung diambil dari pengalaman sebelumnya dalam penilaian status dan efektivitas pengukuran, yang secara luas digunakan di bidang konservasi dan pembangunan internasional selama beberapa dekade (Stem *et al.*, 2005). Terdapat beberapa isu umum agar pemantauan dapat berjalan di lapangan. Pertama, tujuan, pengguna dan penggunaan yang jelas sangat penting bagi pemantauan yang efisien, khususnya jika digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki pengambilan keputusan dan tata kelola sumber daya lintas beragam sektor. Kedua, pemantauan berasumsi bahwa fenomena diukur dan dinilai pada beragam titik waktu untuk menelusurinya. Komponen waktu ini memerlukan konsistensi dan stabilitas akuisisi data dan seringkali mengarah pada fokus area perubahan yang lebih kecil daripada area keseluruhan yang hendak dipantau. Ketiga, tidak setiap fenomena dapat dipantau pada derajat efektivitas yang sama. Terdapat hubungan nonlinear antara peningkatan presisi dan akurasi pemantauan, dengan biaya terkait. Pada biaya wajar, seseorang dapat mencapai tingkat kepastian yang baik, tetapi merangkak dari baik ke nyaris-sempurna dapat meningkatkan biaya secara eksponensial. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya biaya untuk mendapatkan dan memproses data satelit dengan tingkat detail spasial dan temporal yang lebih tinggi (GOFV-GOLD, 2013), atau membesarnya jumlah petak dan observasi lapangan yang diperlukan untuk menurunkan kesalahan dalam inventarisasi karbon. Terkait penghitungan, fokus mendapatkan hal besar secara tepat menjadi inheren. Misalnya, dalam IPCC GPG, penggunaan *tiers* (tingkat kerincian) yang mencerminkan perbedaan tingkat kepastian dan kelengkapan pada estimasi stok karbon, berfokus pada sumber emisi prioritas melalui analisis kategori sumber utama serta penggunaan penyesuaian yang konservatif, merupakan pendekatan umum untuk mengatasi ketidakpastian atau ketidaklengkapan data.



Gambar 1. Skalar dan komponen disiplin pemantauan REDD+

Tujuan dan aturan pelaporan negara dalam mengukur dan melaporkan dampak karbon aktivitas REDD+ didefinisikan lebih jelas dalam keputusan UNFCCC dan IPCC GPG. Dengan memegang tujuan ini, komunitas teknis mengembangkan panduan dan materi pelatihan untuk mendukung negara-negara dalam upaya tersebut (yaitu GFC-GOLD, 2013). Ada dua tahap pemantauan, yang masing-masing terkait dengan tahap desain dan implementasi REDD+. Pada tahap pertama, tujuannya adalah menentukan sebuah dasar atau tingkat acuan (yaitu kontrafaktual) berbasis data yang tersedia atau data baru. Pada tahap kedua, tujuannya adalah memantau perubahan terhadap nilai dasar. Dua tahap ini juga terkait dengan pemantauan dampak sosial dan lingkungan dari REDD+, dan analisis dampak *ex ante* membantu memberi data yang diperlukan untuk mengembangkan strategi REDD+, dan evaluasi dampak *ex post* digunakan untuk mengukur dampak kausal intervensi REDD+. Terutama, evaluasi dampak selama implementasi REDD+ dapat membantu menginformasikan kebutuhan modifikasi melalui pembelajaran dan tata kelola yang adaptif (Lawlor, 2013).

Ketika dibandingkan dengan pemantauan karbon, tujuan pemantauan sosial dan lingkungan dalam REDD+ didefinisikan kurang jelas dan kurang tegas secara internasional. Di samping persyaratan internasional bahwa Sistem Informasi Pengamanan harus “transparan, konsisten, komprehensif dan berkeadilan” serta “dibangun dari sistem yang ada, jika dimungkinkan” (UNFCCC 2011b), negara-negara tidak diberi banyak panduan terkait penggunaan indikator yang tepat, metode pengumpulan data, dan kerangka pelaporan. Dengan panduan minimal yang mendukung kepemilikan nasional dan memberi ruang eksperimen independen dalam konteks kompleksitas negara tertentu, hal ini juga menciptakan ketidakpastian dan biaya transaksi sangat tinggi jika tiap negara “membuat kembali panduan yang sebenarnya sudah ada”. Sementara itu, pemikiran kontrafaktual menjadi intrinsik dalam pemantauan karbon melalui penetapan tingkat acuan dan persyaratan tambahan (yaitu menunjukkan bahwa intervensi menghasilkan emisi lebih rendah daripada skenario dasar), hanya sedikit pemanfaatan skenario kontrafaktual dalam memahami hasil sosio-ekonomi atau lingkungan lain dari REDD+ (Caplow *et al.*, 2011).

Di luar perundingan internasional, terdapat serangkaian tujuan yang lebih luas untuk pemantauan REDD+ nasional, yang memberi jejak dan peluang lebih jelas untuk mengaitkan pemantauan karbon, sosial dan lingkungan. Tujuan-tujuan tersebut tidak dimiliki dalam proses UNFCCC, tetapi mencerminkan perlunya pemantauan hutan nasional berubah menjadi: i) mendukung dan menstimulasi strategi dan prioritas untuk implementasi REDD+; ii) menelusuri aktivitas REDD+ serta dampak karbon maupun non-karbon; dan iii) mendukung pengembangan dan pembagian manfaat. Untuk ketiga tujuan tersebut, pemahaman lebih tinggi atas konsep umum antara pendekatan pemantauan yang berbeda bisa mendorong lebih banyak harmonisasi antar mereka. Meningkatkan integrasi juga dapat membantu membuat pemantauan REDD+ lebih hemat biaya.

3 Pilihan Pemantauan Dampak Karbon dan Non-karbon REDD+

3.1 Pemantauan Karbon

Data dan metode yang kuat untuk mengestimasi emisi gas rumah kaca dari hutan dan pelepasan karbon menjadi hal yang penting untuk REDD+ (UNFCCC, 2009; UNFCCC, 2011b). Negara-negara tengah didorong untuk membangun sistem pemantauan hutan nasional berbasis Panduan IPCC (IPCC, 2006). Panduan ini telah disepakati secara internasional dan digunakan selama beberapa tahun untuk pelaporan Kyoto dan mengembangkan komunikasi nasional UNFCCC. Mengukur dan memantau emisi karbon hutan pada tingkat nasional mencakup estimasi dan pemantauan perubahan dua variabel kunci: i) area deforestasi dan degradasi (data aktivitas); dan ii) kepadatan stok karbon darat per unit area (faktor emisi; Verchot *et al.*, 2012; GOFCC-GOLD, 2013). Banyak negara REDD+ memulai dengan celah besar dalam kapasitas pemantauan karbon dan memiliki rencana konkret untuk meningkatkan kapasitas ini sebagai bagian aktivitas kesiapan REDD+ (Romijn *et al.*, 2013).

Sementara IPCC GPG menyediakan kerangka kerja estimasi dan pelaporan emisi, ada beberapa alat dan pendekatan pemantauan karbon, yang lebih sesuai pada konteks berbeda (Tabel 1). Metode IPCC terutama cocok mengevaluasi dampak penggundulan hutan untuk pertanian komersial dan ekspansi infrastruktur, yang umumnya mengarah pada konversi permanen dalam skala besar dan dapat secara akurat dipantau melalui kombinasi penginderaan jarak jauh dan inventarisasi hutan. Sebaliknya, pemantauan deforestasi yang terkait dengan pencaharian pertanian memiliki tantangan lebih besar, karena gangguannya lebih kecil dan hasil karbon pada jangka panjangnya tidak pasti (Ziegler *et al.*, 2010). Oleh karena itu, deforestasi skala kecil memerlukan investigasi pada skala lebih rinci, misalnya menggunakan pencitraan resolusi sangat tinggi, atau melalui teknik spasial inovatif lain, seperti mengklasifikasikan proses perubahan menggunakan “mosaik bintang alam” (Hett *et al.*, 2012). Sebaliknya, proses degradasi hutan dan penyebab spesifiknya menjadi lebih sulit dideteksi melalui penginderaan jarak jauh. Perubahan stok karbon bervariasi dalam ruang dan waktu, dan memerlukan survei lapangan yang lebih sering. Pemantauan ekstraksi produk hutan industri/komersial dapat dibangun menggunakan gabungan data arsip satelit, data konsesi kehutanan, dan inventarisasi hutan. Untuk degradasi hutan terkait dengan pasar lokal dan pencaharian, bagaimanapun, data proksi diperlukan sebagai sumber data historis lapangan yang

Tabel 1. Pilihan pendekatan pemantauan dan sumber data aktivitas dan penyebab perubahan hutan utama pada tingkat nasional di luar penggunaan data standar (diadaptasi dari Herold *et al.*, 2011; Kissinger *et al.*, 2012; GOF-C-GOLD, 2013; Pratihast *et al.*, 2013).

Aktivitas/ penyebab deforestasi dan degradasi hutan	Indikator pemetaan	Sumber umum data aktivitas (pada tingkat nasional)	Sumber data umum faktor/ estimasi emisi (pada tingkat nasional)	Contoh lain data proksi dan untuk menilai penyebab mendasar
Pertanian komersial; pembukaan lahan untuk peternakan sapi, tanaman, dll.	Pembukaan lahan skala besar; tata guna lahan pasca pembukaan hutan	– Data satelit historis (yaitu data serial waktu jenis-Landsat untuk area deforestasi dan tata guna lahan setelah deforestasi)	– Inventarisasi tradisional hutan nasional/pengukuran lapangan	– Harga komoditas – Sensus pertanian, GDP pertanian, ekspor, dll.
Pertanian pencaharian; pertanian kecil dan perladangan berpindah	Pembukaan lahan kecil, seringkali dengan rotasi siklus bera	– Data historis satelit (yaitu data serial waktu detail Landsat dan data resolusi tinggi) untuk menentukan area dan pola rotasi	– Inventarisasi tradisional hutan nasional, pengukuran lapangan dan survei terarah – Upaya menilai emisi bersih jangka panjang	– Pertumbuhan populasi di wilayah desa dan kota – Impor/ekspor pertanian – Praktik tata guna lahan (mis. siklus rotasi, dll.)
Ekspansi infrastruktur (jalan, pertambangan, permukiman, dll.)	Jaringan jalan; pertambangan baru; area pembangunan	– Data historis satelit (yaitu data serial Landsat) untuk mengukur area deforestasi dan tata guna lahan setelah deforestasi	– Inventarisasi tradisional hutan nasional dan pengukuran lapangan	– Pertumbuhan populasi di kota/desa – Program infrastruktur/pembangunan – Pertambangan: harga/ekspor komoditas
Ekstraksi industrial/komersial dari produk hutan, seperti penebangan selektif	Kerusakan kanopi skala kecil; jalan penebangan/ infrastruktur	– Data historis satelit (yaitu data serial waktu Landsat) dianalisis dengan area konsesi	– Inventarisasi reguler hutan nasional, pengukuran lapangan, dan estimasi hasil kehutanan komersial	– Harga dan permintaan kayu (secara nasional, internasional) – Impor/ekspor kayu

Tabel 1. sambungan

Ekstraksi produk hutan untuk pencaharian dan penjualan di pasar lokal dan regional (mis. kayu bakar dan arang)	Kerusakan kanopi dalam skala sangat kecil; dampak permukaan; jalan setapak	<ul style="list-style-type: none"> - Data historis terbatas - Informasi dari penelitian skala lokal atau proksi nasional - Hanya perubahan kumulatif jangka panjang bisa dipantau dari data historis satelit 	<ul style="list-style-type: none"> - Data historis terbatas - Informasi dari penelitian skala lokal - Faktor emisi dapat diukur hari ini dan diterapkan sebagai faktor konsisten untuk periode historis tertentu - Peran penting pemantauan berbasis masyarakat - Disamping metode langsung perubahan stok karbon hutan, metode tidak langsung (seperti beban kayu bakar per kepala) mungkin berguna 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertumbuhan populasi desa/kota - Penggunaan energi/sumber energi (% dari populasi) - Pola dan perubahan konsumsi
Gangguan lain, seperti kebakaran (tak terkendali)	Area terbakar dan dampak terkait	<ul style="list-style-type: none"> - Rekaman data kebakaran historis berbasis-satelit (sejak 2000) untuk dianalisis dengan data jenis-Landsat 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimasi emisi reguler dapat diterapkan secara konsisten untuk periode historis dengan data aktivitas yang sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> - Praktik tata guna lahan (mis. kebakaran untuk pertanian) - Kaitan pada data aktivitas lain untuk atribusi emisi kebakaran - Pencegahan kebakaran - Kejadian kebakaran alami

umumnya langka, dan pendekatan penginderaan jarak jauh memiliki keterbatasan dalam memberikan informasi berbasis data arsip, akibatnya terjadi kelemahan tingkat acuan yang tepat untuk proses-proses degradasi hutan skala kecil (Skutsch *et al.*, 2011).

Proponen dari setiap yurisdiksi atau perencanaan proyek untuk mengestimasi dampak emisi aktivitas REDD+, perlu dilakukan berdasar data terukur sesuai dengan area implementasi. IPCC menyarankan konsep *tiers* berbeda untuk mengestimasi faktor emisi, umumnya diukur melalui sampel medan hutan dan inventarisasi hutan berulang (dan dilaporkan sebagai MgC ha⁻¹ yr⁻¹). Perubahan faktor emisi perlu dihitung untuk tiap lima sumber karbon: biomassa permukaan, biomassa bawah permukaan, reruntuhan kayu, serasah, dan materi organik tanah. IPCC menyediakan tiga *tiers* untuk mengestimasi emisi dengan meningkatkan tingkat kebutuhan data, kompleksitas analitis dan peningkatan akurasi. *Tier 1* menggunakan nilai standar IPCC, *Tier 2* menggunakan data spesifik negara (yang dikumpulkan dalam batas nasional), dan *Tier 3* menggunakan inventarisasi aktual dengan pengukuran berulang untuk mengukur secara langsung perubahan biomassa hutan dan/atau model yang diparameterkan secara tepat untuk dikombinasikan dengan data petak.

Konsep *tiers* menekankan bagaimana jenis data berbeda bisa bermanfaat untuk pemantauan karbon REDD+. Idealnya, baik data aktivitas maupun faktor emisi seharusnya diukur dengan presisi dan akurasi yang tepat (pemantauan skala rinci), namun ini kerap tidak tercapai akibat kurangnya kapasitas dan sumber daya. Oleh karena itu, pertanyaan muncul mengenai penggunaan rangkaian data dalam skala kasar yang tersedia apakah sebagai sumber tambahan atau pelengkap. Misalnya, jika proyek REDD+ lokal mampu membangun sistem pemantauan hutan nasional yang kuat, termasuk data aktivitas berbasis penginderaan jarak jauh dan faktor emisi berbasis inventarisasi detail nasional, hasil estimasi menjadi kuat dengan hanya sedikit penyempurnaan atau data tambahan. Alternatifnya, karena banyak sistem pemantauan nasional masih berubah, rangkaian data regional atau global dapat digunakan. Rangkaian data area yang lebih luas atau data pan-tropis perubahan hutan (Hansen *et al.*, 2013) dan biomassa (Saatchi *et al.*, 2011; Baccini *et al.*, 2012) yang tersedia dapat memberi data pada skala yang diperlukan REDD+. Rangkaian data tersebut, bagaimanapun, kerap memiliki persyaratan intrinsik untuk definisi dan metode yang konsisten (global) untuk menjamin konsistensi di area yang luas, yang kerap berimplikasi pada imbal balik presisi dan akurasi lokal. Imbal balik ini dicontohkan dengan penggunaan penginderaan jarak jauh untuk pemantauan REDD+ (De Sy *et al.*, 2012), yang ditunjukkan di sini sebagai kemampuan operasional dari produk informasi hutan yang berbeda pada beragam skala (Tabel 2). Umumnya, penelitian penginderaan jarak jauh dimulai dari tingkat eksperimental lokal untuk mengembangkan dan menguji teknologi dan metode, dan jika sesuai, bergerak ke area percontohan lebih luas atau bahkan analisis tingkat global. Sementara memantau perubahan area hutan bersifat operasional di semua skala, pendekatan untuk pemetaan tipe hutan atau biomassa belum digunakan oleh banyak negara REDD+. Dalam kondisi tersebut, metode paling sesuai dan cocok menghasilkan produk informasi hutan kerap bergantung pada kondisi

nasional dan lokal (mis. tipe perubahan hutan, biaya dan ketersediaan data, kapabilitas teknis, ukuran area hutan, pemicu, dll.), produk skala kasar sering menunjukkan kurangnya kesesuaian untuk digunakan pada skala nasional dan subnasional tanpa tambahan kalibrasi atau integrasi. Meskipun, ketika rangkaian data skala kasar tersedia dengan peningkatan derajat presisi dan akurasi, faedahnya untuk pemantauan REDD+ pada tingkat nasional dan subnasional juga meningkat dan perlu dievaluasi dengan penelitian yang ditujukan di beragam skala.

Terlepas dari kebutuhan mendapatkan data yang sesuai, kerangka kerja berbeda tersedia untuk mengestimasi dan melaporkan dampak karbon REDD+. Pada tingkat nasional, IPCC GPG menyediakan aturan dan alat bantu pelaporan internasional. Pada tingkat lokal dan subnasional, kerangka kerja pelaporan lainnya, seperti VCS, lebih umum digunakan. Terutama, kerangka tersebut dirancang untuk pengguna dan penggunaan yang berbeda; pertama adalah untuk pelaporan pada UNFCCC, sementara yang kedua untuk menyesuaikan dengan pasar karbon sukarela. Menjadi tidak biasa melaporkan dengan kerangka kerja berbeda, meski basis datanya serupa (data aktivitas dan faktor emisi), yang akan mengarah pada hasil berbeda akibat perbedaan definisi, kerangka waktu, aturan perhitungan, pendekatan untuk penetapan tingkat acuan, cakupan aktivitas, penggunaan penyesuaian konservatif, dll. Saat ini, perbedaan antara estimasi yang diambil dari metode perhitungan berbeda seringkali lebih besar daripada perbedaan aktual data, dan perbandingannya kerap terbatas. Oleh karena itu, integrasi lintas skala

Tabel 2. Kemampuan operasional produk informasi hutan berbeda dalam konteks REDD+ (hitam = tinggi, abu gelap = menengah, abu terang = rendah dan putih = terbatas atau tidak berpengaruh). Adaptasi dari De Sy, *et al.* 2012.

Produk informasi hutan	Lokasi percontohan lokal dan penelitian	Area percontohan penelitian besar	Tingkat nasional
Pemantauan perubahan kawasan hutan	Hitam	Hitam	Hitam
Deteksi deforestasi hampir real-time	Hitam	Abu gelap	Abu terang
Pola perubahan pemanfaatan lahan dan penelusuran aktivitas manusia	Hitam	Abu gelap	Abu terang
Pemantauan degradasi hutan	Hitam	Abu terang	Putih
Pemantauan kebakaran liar dan area terbakar	Hitam	Abu gelap	Abu terang
Pemetaan Biomassa	Hitam	Abu gelap	Abu terang
Pemantauan titik panas subnasional	Hitam	Abu terang	Putih
Pemetaan tipe hutan	Putih	Putih	Putih

dari estimasi nasional dan subnasional akan memerlukan kesepakatan pada tingkat data dan pendekatan fundamental yang digunakan.

3.2 Pemantauan Sosial

Secara luas telah diterima bahwa REDD+ harus meminimalkan risiko sosial dan memaksimalkan manfaat sosial agar efektif dan mendukung tujuan pembangunan desa di negara tersebut. Sejalan dengan logika pengamanan sosial, pemantauan sosial dapat difokuskan pada tiga kategori utama: i) menghargai pengetahuan dan hak masyarakat adat dan lokal; ii) partisipasi penuh dan efektif dari pemangku kepentingan lokal; dan iii) meningkatkan manfaat sosial lain. Untuk yang pertama, ketika menghargai hak lokal masih menjadi konsep luas, banyak literatur REDD+ hingga saat ini menyuarakan pentingnya keamanan tenurial, atau kejelasan dan penegakkan hak lokal atas hutan dan karbon (mis., Corbera *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2013). Untuk yang kedua, partisipasi secara penuh dan efektif memerlukan keterlibatan tingkat tinggi dari para pemangku kepentingan lokal di sepanjang desain dan implementasi REDD+. Hal ini diawali dengan akses terhadap informasi, yang direfleksikan lewat persetujuan atas dasar informasi di awal tanpa paksaan (Padiatapa/FPIC), ketika masyarakat sebagai target berhak memilih berpartisipasi atau tidak dalam REDD+. Hal ini juga terkait dengan masalah tata kelola pemerintahan di beberapa tingkat dengan mekanisme yang diperlukan untuk mendorong lebih tingginya keterlibatan masyarakat lokal dalam proses REDD+ (Agrawal *et al.*, 2011). Untuk yang ketiga, penambahan manfaat sosial lain dapat dikonseptualisasikan sebagai peningkatan kesejahteraan manusia, memastikan keadilan pembagian manfaat dan meningkatkan kapasitas adaptasi masyarakat lokal (Lawlor 2013). Terdapat saling keterkaitan penting antar dimensi sosial tersebut; misalnya, keamanan tenurial bisa dipertimbangkan sebagai basis untuk memperbaiki mata pencaharian lokal dan meningkatkan kapasitas adaptasi lokal (Chhatre *et al.*, 2012), sementara lebih besarnya partisipasi lokal dalam pengambilan keputusan REDD+ dapat menghasilkan pembagian manfaat yang lebih adil dan dukungan aktivitas dalam jangka panjang (Cromberg *et al.*, 2014).

Masalah skala cukup relevan bagi pemantauan sosial, karena hasil sosial REDD+ yang ditetapkan akan berbeda tergantung skala dan tingkat agregasi analisis. Misalnya, meski kawasan lindung memiliki dampak sosio-ekonomi substansial (baik positif maupun negatif) pada masyarakat lokal, penelitian global dari 136 negara menunjukkan bahwa efek tersebut tidak terlihat di tingkat nasional (Upton *et al.*, 2008). Hasil sosial juga bervariasi antar dan dalam kelompok sosial, sehingga manfaat bersih mungkin tidak terbagi secara merata. Di Thailand, meski kawasan lindung berkontribusi pada pembangunan ekonomi dan mengurangi kemiskinan, ini mungkin justru meningkatkan ketidaksetaraan lokal secara umum (Sims, 2010). Disagregasi dalam pengelompokan sosial (yaitu berdasar jender, usia dan garis etnisitas) diperlukan untuk memahami ketidakmerataan dampak sosial, dan yang paling rentan terjadi di tempat dengan ketidakadilan yang lebih besar (Daw *et al.*, 2011). Mengingat kompleksitas pemantauan

sosial tersebut, tantangan utamanya adalah mengembangkan metode sederhana namun layak dan indikator performa yang sesuai dengan skala analisis.

Untuk memilih dan memantau indikator performa sosial, negara dapat menarik dari program pemantauan sosio-ekonomi nasional yang sudah ada, dan menukilkan rangkaian data sekunder maupun primer. Beragam rangkaian data sekunder tingkat nasional sudah tersedia untuk publik, seperti Kajian Pengukuran Standar Hidup Bank Dunia (LSMS, 2014) dan Survei Demografi dan Kesehatan USAID (DHS, 2014), yang telah diterapkan di banyak negara REDD+ dalam kemitraan dengan badan statistik nasional.

Rangkaian data sekunder ini dapat digunakan dalam pemantauan REDD+ dan dilengkapi oleh pengumpulan data primer di lapangan. Untuk pemantauan sosial di tingkat lokal, pengumpulan data primer yang lebih mahal mencakup survei rumah tangga yang ekstensif, di mana pendekatan akan lebih murah bila berbasis metode partisipatif pada tingkat desa. Teknik Pemetaan Kemiskinan Bank Dunia memberi contoh menarik dengan menggabungkan sensus dan data tingkat rumah tangga terhadap informasi kebijakan yang lebih disesuaikan untuk kondisi lokal (Bedi *et al.*, 2007). Penerapan metode campuran pada beragam skala pemantauan sosial dapat membantu memberi pemahaman yang lebih akurat bagi performa berbasis hasil dari REDD+, yang bisa disalahinterpretasikan jika menggunakan satu rangkaian data atau metode saja (Jagger *et al.*, 2010). Di semua pemantauan REDD+, pelibatan pemangku kepentingan yang terkait di sepanjang proses dapat membantu mengatasi masalah legitimasi data dan hasil. Pelibatan seperti itu juga perlu untuk menangani pengaman sosial dan menjamin partisipasi lokal serta kepemilikan proses.

Untuk bisa mengatribusi hasil sosial pada intervensi spesifik REDD+, evaluasi dampak diperlukan untuk melengkapi pemantauan. Terdapat kajian-kajian rinci dari metode dan indikator spesifik yang dapat digunakan dalam evaluasi dampak sosial (mis. Schreckenbert *et al.*, 2010), beserta buku panduan untuk praktisi konservasi (Wongbusarakum *et al.*, 2014), dengan metode pendekatan gabungan yang khas yang dapat dipilih bergantung pada durasi waktu, dana dan kapasitas yang tersedia (Lawlor, 2013). Pendekatan Teori Perubahan Partisipatoris mencakup konsultasi pemangku kepentingan yang luas di dalam tahap desain REDD+ untuk membangun peta jalan perubahan yang diharapkan dalam intervensi yang diberikan, terfokus pada seleksi indikator yang secara kuat menginformasikan atribusi (Richards dan Panfil, 2011). Beragam teori perubahan diciptakan untuk membangun atribusi dan menghilangkan penjelasan rival. Kekuatan pendekatan ini adalah merupakan partisipatoris tingkat tinggi dan biayanya relatif murah; kelemahan utamanya adalah kekuatannya (*robust*) bergantung pada bagaimana indikator dipilih, diukur dan dianalisa. Pendekatan partisipatoris dapat dilengkapi dengan evaluasi dampak sosial yang teliti di tingkat lokasi, yang mencakup aplikasi metode eksperimen (mis. randomisasi/pengacakan) atau kuasi-eksperimen (mis. Intervensi-Kontrol Sebelum-Setelah, BACI) untuk evaluasi dampak REDD+ (Jagger *et al.*, 2010). Pendekatan eksperimental, seperti randomisasi,

hanya dapat digunakan jika partisipan REDD+ dipilih secara acak (mis. melalui sistem undian) sehingga tidak ada bias antara kelompok yang diuji coba dan kelompok kontrol. Pendekatan kuasi-eksperimen dengan menggunakan teknik pencocokan untuk menciptakan kontrol dan mengukur kondisi sebelum implementasi REDD+, seperti BACI, akan lebih teliti dalam membangun atribusi, tetapi juga lebih menyita waktu dan sulit diimplementasikan. Penting untuk diketahui bahwa konsep yang sama diterapkan untuk pemantauan lingkungan. Sementara negara-negara akan perlu melaporkan performa sosial REDD+ pada skala yang relatif kasar, pemantauan skala-rinci pada proses lokal dapat membantu menginformasikan indikator tingkat nasional dalam menghargai hak lokal, menjamin partisipasi masyarakat lokal dan meningkatkan manfaat bersama dalam proses iteratifnya.

3.3 Pemantauan Lingkungan

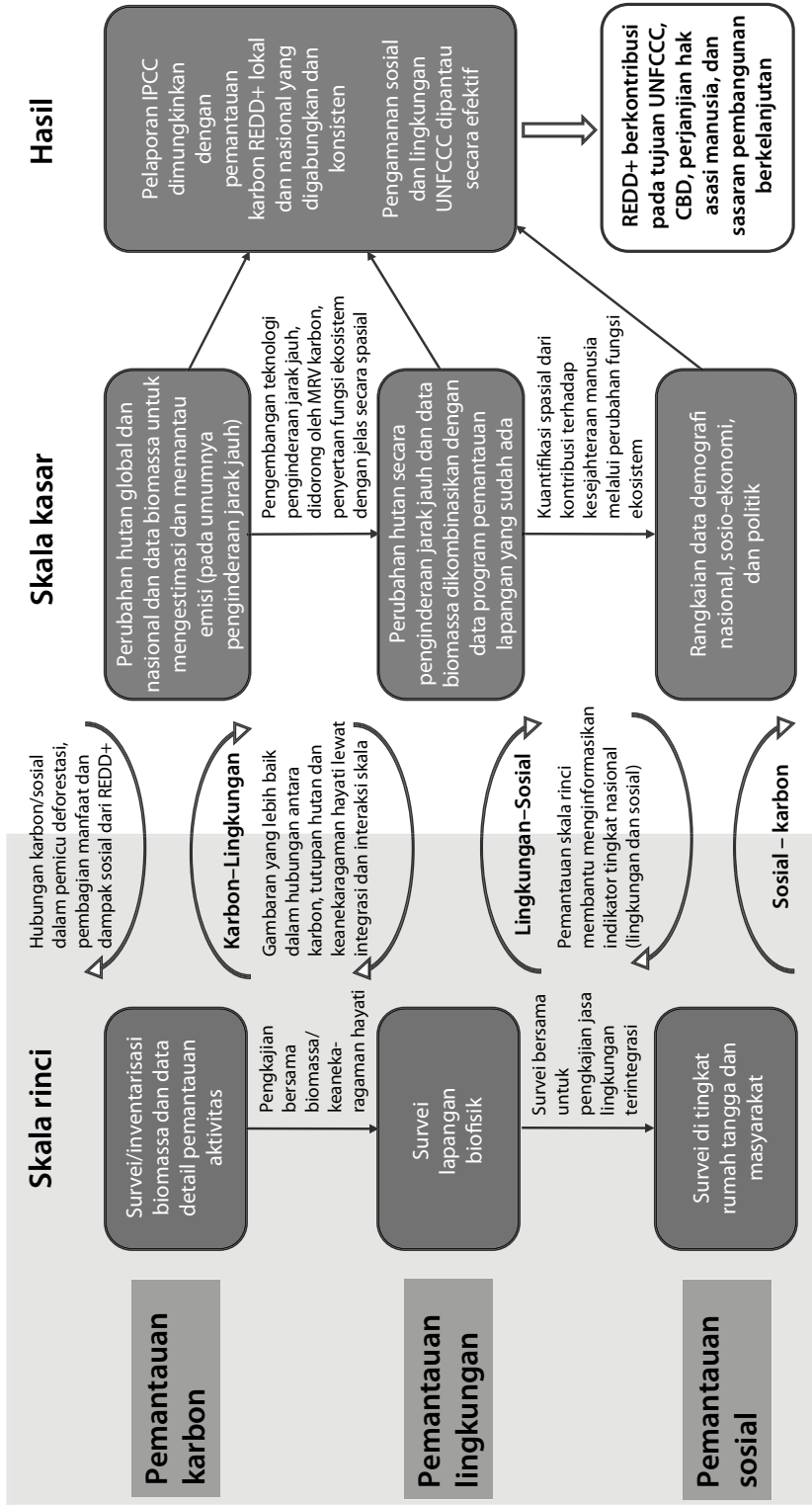
Pemantauan lingkungan dalam REDD+ terfokus pada perlunya menggalakkan konservasi hutan dan manfaat bersama di lingkungan lainnya, yang kerap diterjemahkan menjadi konservasi keanekaragaman hayati dan provisi jasa ekosistem. Pengamanan Cancun (Cancun *Safeguards*) mengusulkan bahwa aktivitas REDD+ perlu memperhitungkan beragam fungsi hutan dan ekosistem lainnya, konsisten dengan konservasi hutan alam dan keanekaragaman hayati, serta tidak digunakan untuk konversi hutan alam namun sebaliknya, dengan memberi insentif untuk melindunginya.

Komponen keanekaragaman hayati dari pemantauan lingkungan pada REDD+ paling banyak mendapat perhatian internasional. Pemantauan keanekaragaman hayati pada skala nasional atau global menjadi perhatian ilmu konservasi sebelum REDD+ (Stoms dan Estes, 1993; Innes dan Koch, 1998). Pada beberapa tahun terakhir, Konvensi Keanekaragaman Hayati PBB mengakui potensi peluang dan risiko REDD+, termasuk mendorong REDD+ sebagai alat untuk konservasi keanekaragaman hayati dalam target pasca-2020 (CBD, 2012). Terjadi perkembangan fokus kebijakan manfaat bersama pada lingkungan dari REDD+, seiring dengan informasi praktis mengenai pemantauan keanekaragaman hayati untuk REDD+ (Latham *et al.*, 2014). Beberapa masalah yang belum terpecahkan, tetap menghalangi percepatan penyerapan pengamanan lingkungan pada desain REDD+ di subnasional maupun tingkat nasional.

Pemantauan keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem lainnya di wilayah tropis secara historis terhambat oleh kurangnya data (Martinez *et al.*, 2011) yang merupakan akibat dari kekurangan dana yang kronis untuk ilmu konservasi, secara umum, dan juga lebih terlihat pada pekerjaan taksonomi dalam hutan hujan tropis kaya-keanekaragaman hayati (Balmford dan Whitten, 2003). Situasi ini dipersulit oleh tingginya biaya penelitian lapangan multi-taksa (Margules *et al.*, 1994; Lawton *et al.*, 1998). Terlebih lagi, keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem terdistribusikan secara tidak merata di dalam hutan dan antar hutan serta ekosistem lainnya, selain rendahnya pengukuran umum, seperti metrik ton CO₂ dalam pemantauan karbon, memberi tantangan bagaimana

membandingkan hasil antara habitat dalam sebuah negara atau bentang alam, dan antar negara serta bentang alam (Dickson dan Kapos, 2012). Oleh karena itu, masalah skala menjadi inti perdebatan pada pemantauan lingkungan dalam REDD+. Pengukuran lapangan skala-rinci memberi informasi penting namun informasi terbatas secara spasial dan berbiaya mahal (sebagai pengecualian, lihat Basset *et al.*, 2004), dan jalur jejak efisien untuk memperluas sistem pemantauan nasional dan internasional umumnya masih lemah. Di sisi lain, pada skala geografis yang lebih tinggi, keanekaragaman hayati (atau khususnya keanekaragaman gamma; Hunter 2002) biasanya diukur melalui penginderaan jarak jauh dan dinyatakan sebagai perubahan tutupan lahan. Walaupun pendekatan ini penting untuk penghitungan karbon REDD+, pendekatan ini masih belum bisa diterjemahkan sebagai perubahan sebenarnya dalam spesies dan populasi, dan yang lebih penting, konsekuensi keterkaitan perubahan tersebut terhadap fungsi ekosistem. Tanpa informasi ini, pemahaman kita mengenai risiko dan manfaat lingkungan dari REDD+ secara umum akan tetap tidak memadai untuk secara efektif menginformasikan mengenai desainnya.

Pemantauan lingkungan dalam REDD+ menyegarkan kembali tantangan dalam ekologi dan konservasi yang telah lama ada. Beberapa penulis menyerukan pengembangan indikator keanekaragaman hayati yang efektif dan fleksibel untuk memaksimalkan efisiensi pemantauan lapangan (Gardner *et al.*, 2008), sementara pihak lain menyatakan bahwa indikator ekologi harus mencerminkan kesehatan bentang alam atau tangkapan air (Stickler *et al.*, 2009). Walaupun hubungan antara indikator spesies yang potensial dan total keanekaragaman hayati tidak terbangun dengan kuat (Lindenmeyer dan Franklin, 2002), telah diusulkan agar indikator ekologis dapat diukur dengan lebih mudah, sensitif terhadap perubahan dan merespons tekanan dengan cara yang terduga, antisipatif, dan mampu merespons gangguan dengan variabilitas rendah (Dale dan Beyeler, 2001). Di wilayah tropis, kelewar (Waldon *et al.*, 2011), kumbang kotoran (Rodriguez *et al.*, 1998), kupu-kupu (Beccaloni dan Gaston, 1995), dan kelompok artropoda (Kremen *et al.*, 1993) mewakili taksa yang umum, beragam dan sensitif terhadap perubahan. Berfokus pada taksa tersebut bersandarkan bukti bahwa banyak kelompok taksonomik memiliki respons serupa terhadap modifikasi habitat (Schulze *et al.*, 2004). Namun, ada juga kekhawatiran tentang ketergantungan sejumlah kecil spesies tanpa mempertimbangkan kompleksitas sistem ekologi secara utuh (Carignan dan Villard, 2002). Ada juga kekhawatiran terkait pemilihan indikator ekologis yang belum terinformasikan dengan jelas tujuan jangka panjangnya dan implementasi program pemantauannya yang menyebabkan kurangnya akurasi keilmiahannya dalam mengidentifikasi target organisme yang sesuai (Dale dan Bayeler, 2001). Model alternatif telah ditawarkan dengan lebih menekankan pada matrik susunan masyarakat, seperti (relatif) ketersediaan, kekayaan, komposisi dan (a-)simetri (Dufrene dan Legendre, 1997). Indeks keanekaragaman lebih banyak dipakai dalam ekologi ketimbang penghitungan spesies, karena memberikan standar-umum, ukuran dapat dibandingkan dan mampu menangkap kompleksitas ekologis lebih dari sekadar kekayaan spesies (Scholes dan Biggs, 2005). Agregat indeks tersebut telah dikembangkan dan secara luas digunakan dalam komposisi dan struktur



Gambar 2. Peluang yang mungkin dari pemantauan karbon, lingkungan dan sosial yang terintegrasi di dalam REDD+

komunitas tanaman. Telah diakui pula bahwa keanekaragaman hewan kerap terkait erat dan terprediksi oleh keanekaragaman vegetasi; oleh karena itu, survei vegetasi tetap menjadi salah satu alat paling efisien untuk memantau keanekaragaman hayati (Noss, 1990; Noss 1999). Di sisi lain, penggunaan perangkat baru seperti kamera jebak untuk mendapatkan data yang terdistribusi dan berlimpah dengan biaya tidak mahal sepanjang waktu (Ahumada *et al.*, 2013; Rendall *et al.*, 2014), muncul sebagai alat bantu tambahan yang terbukti berguna terutama pada spesies di dalam wilayah luas (yang mungkin tidak mencerminkan tren vegetasi lokal) yang merupakan bagian integral upaya konservasi. Kekayaan pengetahuan ini mengindikasikan bahwa pemantauan keanekaragaman hayati yang teliti dimungkinkan, walaupun tidak lantas mudah atau murah secara teknis. Jadi, kemajuan lebih lanjut seperti identifikasi “indikator performa tinggi” sebagai bagian dari kerangka kerja yang mencakup penilaian biaya pemantauan taksa yang berbeda (Gardner *et al.*, 2008; lihat pula bab 3) diperlukan, meskipun pemantauan dalam REDD+ dapat bergantung pada basis ilmiah yang solid yang disesuaikan dengan tujuannya.

Pemantauan tingkat ekosistem juga berhadapan dengan tantangan mengenai apa yang harus diukur. Meski jelas ada interdependensi antara keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem (Loreau *et al.*, 2001; Hooper *et al.*, 2005), relasi ini tidak dapat dijadikan apriori sebagai sebuah proksi untuk tujuan pemantauan. Jasa ekosistem dapat ditarik dari proses dan faktor independen-keanekaragaman hayati (mis. spesies tanaman tunggal atau jamak dapat mengendalikan erosi tanah di tepian sungai) atau dapat pula beroperasi pada skala bentang alam (yaitu menjangkau beragam habitat dengan nilai keanekaragaman hayati berbeda). Di sisi lain, ada peluang terbuka memaksimalkan efisiensi pemantauan ketika keanekaragaman hayati dan target jasa ekosistem berada dalam sinkroni spasial, fungsional dan temporal. Pengkajian terbaru, mencatat bagaimana “hubungan antara keanekaragaman hayati dan pesatnya bidang penelitian dan kebijakan lapangan dari jasa ekosistem adalah membingungkan dan merusak upaya menciptakan kebijakan koheren” sehingga memunculkan seruan untuk berhati-hati ketika terlalu menyederhanakan kompleksitas hubungan tersebut (Mace *et al.*, 2012).

Tantangan-tantangan tersebut menyulitkan perancangan kepastian jalan pemantauan lingkungan tanpa penelitian lebih lanjut, yang akan berkontribusi pada berkurangnya manfaat bersama dari lingkungan secara eksplisit dalam strategi nasional di kebanyakan negara REDD+. Sementara pengamanan sosial dipandang sangat perlu mendapat dukungan pemangku kepentingan, bahkan sebelum mempertimbangkan manfaat kemanusiaan dan pembangunan, manfaat bersama lingkungan yang berprinsip “tidak merugikan” kurang sentral pada keberhasilan pasar yang memicu skema mitigasi seperti REDD+ (Phelps *et al.*, 2012b). Sementara pengamanan lingkungan berakar dengan baik dalam wacana ini, sejauh mana REDD+ seharusnya mencapai tambahan manfaat bersama menjadi kurang jelas. Perlindungan jasa ekosistem, daerah aliran sungai dan spesies berpotensi menjangkau dukungan konsumen dan kemauan membayar atau, di beberapa kasus, bahkan menjadi motif utama untuk pelaksanaan proyek REDD+ (Cerbu *et al.*, 2011), dapat pula meninggikan biaya desain dan implementasi sehingga membuat penyertaannya di dalam REDD+ kurang menarik untuk investor yang fokus

utamanya pada karbon (Phelps *et al.*, 2012b). Walaupun skenario ekstrem dari skema REDD+ tanpa manfaat bersama dari lingkungan versus skema yang memprioritaskan manfaat bersama atas karbon tidak memungkinkan, jalan tengah yang memuaskan masih belum tercapai (Dickson dan Kapos, 2012).

3.4 Peluang Pemantauan Terintegrasi

Negara-negara REDD+ saat ini mengikuti sepenuhnya kerangka pelaporan yang terpisah untuk Pengukuran, Pelaporan dan Verifikasi (MRV) karbon dan Sistem Informasi Pengamanan. Meski, belum ada pemahaman holistik terkait dampak REDD+ tanpa pemantauan terintegrasi dari dampak karbon dan non-karbon, atau setidaknya analisis terintegrasi data observasi dari sumber berbeda. Ketika pemantauan terintegrasi secara keseluruhan bakal sulit dicapai, koherensi antar sumber data dapat membantu memahami dan menyeimbangkan imbal-balik dan sinergi antara penurunan emisi, meningkatkan hak lokal, partisipasi dan kesejahteraan, dan menjaga keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem lainnya. Mengingat keterbatasan pendanaan untuk pemantauan REDD+, ini bisa menjadi cara yang potensial agar lebih efektif-biaya. Kuncinya adalah mengidentifikasi jalur integrasi, melalui metode pengumpulan data yang saling melengkapi pada berbagai skala, dan menyodorkan bukti empiris yang menunjukkan hubungan antara dampak karbon dan non-karbon REDD+.

Peluang terbuka hadir untuk mengintegrasikan pemantauan karbon dan lingkungan (Gbr. 2). Seperti disorot di bagian sebelumnya, dan dalam kerangka kerja integrasi pemantauan keanekaragaman hayati REDD+ yang belum lama ini diajukan (Gardner *et al.*, 2012), tersedia sejumlah pengetahuan dari ekologi dan konservasi yang dapat diintegrasikan dalam perencanaan strategis REDD+. Penggabungan analisis karbon dan keanekaragaman hayati dapat dilakukan pada beragam skala untuk mengidentifikasi baik itu solusi netral karbon yang menawarkan beragam manfaat keanekaragaman hayati, atau peluang dengan pengorbanan kecil dari efektivitas karbon dapat menghasilkan manfaat bersama lingkungan yang tidak seimbang (Venter *et al.*, 2009; Tomas *et al.*, 2013). Rangkaian data serupa dapat ditingkatkan untuk mengukur dampak karbon dan lingkungan REDD+ pada berbagai skala. Penginderaan jarak jauh yang secara luas digunakan untuk mengestimasi tutupan hutan dan perubahan area, dapat memberikan informasi ekologi dengan baik, termasuk persentase tutupan hutan untuk tangkapan air, fragmentasi habitat daratan dan akuatik, kontinuitas aliran, peristiwa kebakaran, dan kerentanan erosi tanah (Stickler *et al.*, 2009). Cepatnya peningkatan kemampuan resolusi gambar dan proses analisis kini digabungkan dengan pengukuran terestrial dan aerial biomassa, yang lebih jauh dikembangkan untuk menangkap dan mengintegrasikan indikator biologi terkait secara eksplisit spasial. Misalnya, menambahkan data pada distribusi spesies dan ancaman, bersama variabel respons yang diketahui di tingkat ekosistem untuk mengubah tutupan hutan dan strategi tata kelola hutan dapat dimasukkan dalam proses prioritas REDD+ (Gardner *et al.*, 2012; Thomas *et al.*, 2013). Pemantauan fungsi ekosistem secara biologis pada skala kasar

(Strickler *et al.*, 2009) dapat membantu mengatasi hambatan pendanaan terhadap pemantauan keanekaragaman hayati global dan jasa ekosistem terkait. REDD+ memberi peluang besar untuk memperluas pemantauan lingkungan pada tingkat global dari fokus lokal dan regional saat ini. Baru-baru ini saja ilmu pengetahuan penginderaan jarak jauh, ekologi dan konservasi mulai melakukan upaya bersama (Pettorelli *et al.*, 2014), memberikan langkah awal dalam menginformasikan tren pada saat ini dan jangka panjang dari karbon, keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem lain. Perkembangan tersebut, bagaimanapun, hanya akan termanfaatkan ketika rencana pemantauan dampak lingkungan REDD+ (dan menjamin koordinasi kelembagaan yang diperlukan) disatukan di awal dalam desain REDD+, serta manfaat bersama lingkungan dipandang sebagai inti REDD+ lebih dari sekadar persyaratan “tidak merugikan” (Thomas *et al.*, 2013).

Terdapat pula beberapa peluang untuk mengintegrasikan pemantauan karbon dan dampak sosial REDD+ (Gbr. 2). Keduanya dimediasi perilaku manusia, dan kelangsungan REDD+ bergantung pada pemahaman dan pengelolaan hubungan antara penurunan emisi dan peningkatan kesejahteraan manusia. Sementara sumber data dari pemantauan sosial agak berbeda dari pemantauan karbon, kaitan konseptual menjadi lebih jelas ketika penyebab deforestasi, sistem pembagian manfaat dan pengukuran dampak sosial REDD+ dipertimbangkan. Misalnya, memahami penyebab sosio-ekonomi dari deforestasi dan degradasi hutan menjadi fundamental pada penyusunan strategi REDD+ yang efektif, termasuk justifikasi dan prioritas intervensi REDD+ yang diarahkan kepada penyebab utama (Hosonuma *et al.*, 2012; Salvini *et al.*, 2014). Terdapat beberapa contoh ketika strategi REDD+ yang mengatasi penyebab deforestasi dan degradasi hutan dapat memberi dampak berkebalikan pada pencaharian masyarakat lokal (mis. strategi melarang perladangan berpindah) jika tidak ada alternatif tersedia. Sistem pemantauan karbon dan sosial perlu dikaitkan dengan erat untuk menyoroti imbal-balik itu agar dapat menginformasikan kebijakan secara iteratif. Sebagai tambahan, saat pemantauan karbon membantu menentukan aliran manfaat, pemantauan yang lebih terintegrasi dapat membantu membangun landasan untuk sistem pembagian manfaat yang terfokus pada aktivitas dan perubahan praktik tata guna lahan yang menjangkau lebih dari sekadar area berhutan (Salvini *et al.*, 2014). Akhirnya, pemantauan sosial diperlukan untuk memahami pemerataan mekanisme pembagian manfaat dan dapat memandu adaptasi intervensi REDD+, karena dampak sosial intervensi apa pun (mis. mendukung regularisasi tenurial lahan, kompor irit bahan bakar, intensifikasi pertanian untuk mengurangi tekanan pada hutan, dll.) akan langsung menentukan efektivitas biayanya.

Akhirnya, konsep dari jasa ekosistem menyediakan platform untuk mengaitkan pemantauan sosial dan lingkungan, karena jasa tersebut adalah manfaat yang didapat manusia dari ekosistem (Millennium Assessment, 2005). Selain dari barang dan jasa publik global dari penyerapan karbon dan keanekaragaman hayati, nilai jasa ekosistem bergantung pada lokasi hutan yang terkait dengan penerima manfaatnya (yaitu nilai siapa yang dihitung). Misalnya, hutan di hulu sungai dengan sistem suplai air minum

memberi jasa daerah aliran sungai yang lebih berharga daripada hutan terpencil. Banyak penelitian secara eksplisit mencoba menghitung jasa ekosistem melalui analisis mendalam terkait kontribusi mereka bagi kesejahteraan manusia, menggunakan nilai uang dari jasa ekosistem sebagai ukuran yang nyata (Ferraro *et al.*, 2012; Ninan dan Inoue, 2013). Dinyatakan, bergerak dari penelitian intensif, dari satu titik nilai waktu menuju pemantauan jangka panjang masih merupakan tantangan, menyatakan mendesaknya kebutuhan akan ilmu lintas disiplin untuk menginvestigasi keseluruhan proses dan umpan balik. Sinergi dan imbal balik antara kesejahteraan manusia dan jasa ekosistem (termasuk penyerapan karbon) yang terkait dengan REDD+ akan lebih baik dipahami melalui aplikasi metode pemantauan dan evaluasi yang menggunakan pendekatan serupa dalam membangun kontrafaktualnya (Caplow *et al.*, 2011) dan sistem fleksibel yang terbaik dalam mencerminkan konteksnya.

4 Memetik Pelajaran dan Melangkah Maju

Dalam rendahnya kapasitas dan pendanaan pemantauan REDD+ di banyak negara, integrasi lebih luas antara pemantauan karbon, sosial dan lingkungan – baik lintas skala maupun antar disiplin – dapat membantu membuat proses yang lebih efektif-biaya. Untuk mendorong integrasi tersebut, peningkatan diperlukan di tiga area kunci.

Pertama, perlu koordinasi lintas skala dalam pengukuran, pelaporan dan verifikasi dampak karbon dan non-karbon REDD+. Tantangan pada panduan internasional yang diaplikasikan ditingkat nasional dapat dilihat dari respons negara terhadap kriteria dan indikator pengelolaan hutan berkelanjutan, yang berasal dari Prinsip Hutan definisi dari Konferensi Lingkungan dan Pembangunan PBB (UNCED) di Rio de Janeiro pada 1992. Kriteria dan indikator tersebut memandang dimensi sosial, ekonomi, lingkungan dan budaya perlu diterapkan pada tingkat regional, nasional dan lokal (yaitu unit pengelola hutan), dan umumnya diterima sebagai alat yang sesuai untuk mendefinisikan, menilai dan memantau kemajuan menuju pengelolaan hutan berkelanjutan (Castañeda, 2000). Pengkajian terbaru pada Proses Montreal, yang mencakup 12 negara beriklim sedang dan utara pada 1995 sepakat membuat laporan dengan kriteria dan indikator bersama, menunjukkan lemahnya harmonisasi dalam pelaporan. Mayoritas negara tidak melaporkan sesuai dengan kriteria dan indikator yang disepakati, tampaknya karena kesulitan pengumpulan data atau rendahnya komitmen terhadap kesepakatan, dan penilaiannya telah menyoroti area spesifik untuk meningkatkan komunikasi dan konsultasi dengan pemangku kepentingan (Chandran dan Innes, 2014). Agar pemantauan REDD+ berjalan, penting untuk memahami bagaimana sistem pemantauan dapat dielaborasi dari kebijakan nasional, indikator dan data yang ada agar persyaratan pemantauan adalah sebagai sumber pendukung dan bukannya beban. Pengalaman-pengalaman negara REDD+ membangun Sistem Informasi Pengamanan dan dikembangkan dengan upaya pemantauan perlu disebarluaskan secara luas dan dikonstruksikan dalam proses kebijakan internasional secara “pendekatan bawah-ke-atas”. Sebagai tambahan, ketika kerangka kerja REDD+ dikembangkan, negara-negara bisa belajar dari dan menggabungkan kemajuan yang telah dibuat pada tingkat subnasional, hingga pelajaran sulit pada yurisdiksi dan proyek subnasional tidak tersia-siakan ketika sistem pemantauan karbon nasional dan Sistem Informasi Pengamanan dikonsolidasikan. Dalam konteks ini, terdapat peluang untuk berpikir lebih dari sekadar hutan dan pemantauan hutan menuju pelibatan beragam sektor dan

pemangku kepentingan untuk mengukur keberlanjutan secara lebih luas. Kebutuhan besar penelitian dan aksi terletak di area ini.

Kedua, ada kebutuhan untuk menyelesaikan masalah pada metode pemantauan skala kasar versus rinci serta rangkaian data untuk memfasilitasi pilihan indikator performa yang sesuai untuk pemantauan REDD+. Indikator performa perlu: i) mudah dipahami; ii) bisa diterapkan pada berbagai skala; iii) bisa diterapkan di semua lokasi; iv) efisien dalam mengukur dan memantau; v) berkelanjutan dalam menyediakan data; dan vi) bisa ditingkatkan seiring waktu. Ada keterputusan antara data yang tersedia secara luas dalam skala kasar mengenai perubahan tutupan hutan dari penginderaan jarak jauh, dan data skala rinci yang diperlukan dalam memantau proses degradasi hutan dan perubahan dalam kondisi sosial dan lingkungan. Data skala-rinci sangat lebih terbatas, dan memakan biaya serta umumnya lemah dalam ukuran historis. Kendala terkait pemantauan dengan skala-rinci menuntut perlunya tingkat agregasi lebih tinggi, khususnya karena upaya pemantauan terutama membutuhkan keselarasan dengan panduan pelaporan UNFCCC. Namun, agregasi tersebut mengancam hilangnya informasi penting mengenai proses lokal. Akibatnya, diperlukan untuk membangun jalur yang tegas melalui informasi tingkat lokal yang dapat menginformasikan dan memperbarui semua upaya agregasi. Hal ini mewakili alasan di balik seruan pengembangan indikator keberlanjutan yang kuat untuk mengevaluasi dampak proyek konservasi dan pembangunan, hingga dapat menginformasikan upaya pengukuran keberlanjutan secara lebih luas (Agol *et al.*, 2014). Perlu digarisbawahi, kekuatan indikator sangat bergantung pada jumlah dan kualitas sampel lapangan untuk pengembangan dan pengujian. Mengingat pemantauan efektif di banyak negara hutan tropis terhambat oleh rendahnya kapasitas dan pendanaan bahkan untuk upaya pemantauan paling sederhana, cara kreatif mengurangi biaya tinggi terkait pengumpulan data di tingkat lokal perlu dieksplorasi. Misalnya, pengumpulan bisa sebagian (tetapi tidak secara eksklusif, untuk menghindari bias sampel) diarahkan pada pengambilan sampel dengan potensi populasi lebih rentan untuk menciptakan dasar/*baseline* agar pengumpulan data masa depan bisa diukur (Lawlor, 2013). Walaupun memiliki rangkaian tantangan tersendiri, terdapat peluang penting untuk melibatkan masyarakat lokal dalam pemantauan berbasis masyarakat untuk mengatasi beberapa proses skala lebih kecil, dan menghubungkan upaya pemantauan pada tingkat skala yang lebih tinggi di kancah lingkungan maupun sosial (Bassett *et al.*, 2004; Pratihast *et al.*, 2013).

Pekerjaan teknis lebih lanjut dapat membantu memahami perbedaan antara hasil pemantauan pada skala kasar versus skala rinci pada dampak karbon dan non-karbon. Informasi terkait dampak awal inisiatif percontohan REDD+ subnasional mulai dikonsolidasikan dengan peluang yang jelas untuk membandingkan penggunaan metode penilaian performa. Misalnya, terdapat peluang bagi Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR) dan The Nature Conservancy (TNC) membandingkan upaya pemantauan dan evaluasi REDD+ pada dua lokasi subnasional di Brasil (São Félix do Xingu) dan Indonesia (Berau). Pada lokasi tersebut, evaluasi CIFOR pada dampak REDD+ berbasis pendekatan kuasi-eksperimen BACI menggunakan survei desa,

perempuan dan rumah tangga, bersama dengan data skala rinci spasial dan biomassa. Meski pendekatan ini dipandang sangat teliti untuk mengukur dampak, pengumpulan datanya terbatas pada area yang relatif kecil dalam lokasi yang relatif luas selain mahal dan menyita waktu untuk diimplementasikan. Sebaliknya, TNC menggunakan grup diskusi terfokus, wawancara informan kunci dan menggunakan data sekunder untuk memantau rangkaian indikator yang lebih besar pada kesejahteraan manusia, sebuah pendekatan yang memungkinkan cakupan lebih luas dengan biaya lebih murah, tetapi mungkin mengorbankan kualitas dan kedalaman data. Secara empirik, analisis multidisiplin dari performa berbasis-hasil terkait dengan perbedaan sistem pemantauan ini dapat membantu dalam pengembangan indikator skala-kasar yang dapat menangkap hasil spesifik dari mekanisme agregasi skala-rinci yang digunakan dalam upaya pemantauan REDD+ di masa depan.

Akhirnya, ada peluang penting agar lebih mendorong integrasi interdisipliner dalam sistem pemantauan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan pemahaman kita mengenai sinergi dan imbal balik antara manfaat karbon dan non-karbon. Seperti didiskusikan sebelumnya, banyak kumpulan data dari penginderaan jarak jauh dan berbasis lapangan yang dimanfaatkan untuk mengukur perubahan emisi karbon hutan dapat digunakan untuk menilai perubahan keanekaragaman hayati, hidrologi dan sumber daya air, serta sumber daya tanah. Ada pula kaitan kunci pada manfaat sosial. Walaupun banyak negara melaporkan manfaat karbon dan non-karbon secara terpisah, ada contoh menarik yang menjembatani pemisahan ini. Misalnya, Organisasi Pangan dan Pertanian PBB dan pemerintah Finlandia bergabung mendukung Inventarisasi Hutan Nasional Peru, yang membuat langkah mengintegrasikan pemantauan biofisik dan sosio-ekonomi di seluruh negara. Sebagai tambahan pembelajaran dari inisiatif tersebut, ada peluang mendorong penelitian interdisiplin di tingkat lokal. Hasilnya dapat ditingkatkan untuk menginformasikan penciptaan indikator nasional dan global, menguji kekuatan dan terus menerus memutakhirkan rangkaian indikator menuju pencapaian skala kasar, melalui pemantauan yang relatif murah namun tidak kehilangan implikasi penting dari proses lokal. Untuk mencapai ini, disiplin ilmu sains yang masih terisolasi perlu meningkatkan kerja sama, membangun protokol dan kerangka kerja bersama menuju interdisiplinaritas sejati. Pemantauan terintegrasi performa REDD+ tidak hanya penting untuk menilai kesesuaian pengamanan, tetapi juga untuk dapat melangkah melampaui REDD+ untuk menginformasikan indikator keberlanjutan menuju peningkatan manfaat bagi manusia dan lingkungan.

Referensi

- Agol, D., Latawiec, A. E., dan Strassburg, B. N. S. (2014). Evaluating impacts of development and conservation projects using sustainability indicators: Opportunities and challenges. *Environmental Impact Assessment Review*, 48, 1-9.
- Agrawal, A., Nepstad, D., dan Chhatre, A. (2011). Reducing emissions from deforestation and forest degradation. *Annual Review of Environmental Resources*, 36, 373-396.
- Ahumada, J. A., Hurtado, J., dan Lizcano, D. (2013). Monitoring the status and trends of tropical forest terrestrial vertebrate communities from camera trap data: A tool for conservation. *PloS one*, 8(9), e73707.
- Baccini, A., Goetz, S. J., dan Walker, W. S., *et al.* (2012). Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature Climate Change*, 2, 182-185.
- Balmford, A., dan Whitten, T. (2003). Who should pay for tropical conservation, and how could the costs be met? *Oryx*, 37(2), 238-250.
- Basset, Y., Novotny, V., dan Miller, S. E., *et al.* (2004). Conservation and biological monitoring of tropical forests: the role of parataxonomists. *Journal of Applied Ecology*, 41(1): 163-174.
- Beccaloni, G. W., dan Gaston, K. J. (1995). Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation*, 71(1), 77-86.
- Bedi, T., Coudouel, A., dan Simler, K. (2007). *More than a pretty picture: Using poverty maps to design better policies and interventions*. Washington DC, AS: World Bank Publications.
- Brown, D., Seymour, F., dan Peskett, L. (2008). How do we achieve REDD co-benefits and avoid doing harm? Dalam A. Angelsen (Ed.), *Moving Ahead with REDD* (pp. 107–118). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Caplow, S., Jagger, P., dan Lawlor, K., *et al.*, (2011). Evaluating land use and livelihood impacts of early forest carbon projects: Lessons for learning about REDD+. *Environmental Science & Policy*, 14, 152-167.
- Carignan, V., dan Villard, M. A. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment*, 78(1), 45-61.

- Castañeda, F. (2000). Criteria and indicators for sustainable forest management: international processes, current status and the way ahead. *Unasylva*, 203(51), 34-40.
- CBD. (2012). Advice on the application of relevant REDD+ safeguards for biodiversity, and on possible indicators and potential mechanisms to assess impacts of REDD+ measures on biodiversity. Bonn, Jerman: UNEP/CBD/SBSTA/16/8.
- CCBA. (2013). Climate, Community & Biodiversity Standards Third Edition. Arlington, VA, AS: The Climate Community & Biodiversity Alliance, available at: www.climate-standards.org.
- Cerbu, G. A., Swallow, B. M., dan Thompson, D. Y (2011). Locating REDD: A global survey and analysis of REDD readiness and demonstration activities. *Environmental Science and Policy* 14,168-180.
- Chandran, A., dan Innes, J. L. (2014). The state of the forest: reporting and communicating the state of forest by Montreal Process countries. *International Forestry Review*, 16(1), 103-111.
- Chhatre, A., Lakhapal, S., dan Larson, A. M., *et al.* (2012). Social safeguards and co-benefits in REDD+: a review of the adjacent possible. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4, 654-660.
- Corbera, E., Estrada M., dan May P., *et al.* (2011). Rights to land, forests and carbon in REDD+: insights from Mexico, Brazil and Costa Rica. *Forests*, 2, 301-342.
- Cromberg, M., Duchelle, A. E., dan Oliveira Rocha, I. (2014). Local participation in REDD+: Lessons from the Eastern Brazilian Amazon. *Forests*, 5, 579-598.
- Dale, V. H., dan Beyeler, S. C. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators*, 1(1), 3-10.
- Daw, T., Brown, K., dan Rosendo, S., *et al.* (2011). Applying the ecosystem services concept to poverty alleviation: the need to disaggregate human well-being. *Environmental Conservation* 38(4): 370-379.
- De Sy, V., Herold, M., dan Achard, F., *et al.* (2012). Synergies of multiple remote sensing data sources for REDD+ monitoring. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(6), 696-706.
- DHS. (2014). The Demographic and Health Surveys Program, available at: <http://dhsprogram.com/> Dickson, B., dan Kapos, V. (2012). Biodiversity monitoring for REDD+. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(6), 717-725.
- Duchelle, A. E., Cromberg, M., dan Gebara, M. F., *et al.* (2014). Linking forest tenure reform, environmental compliance and incentives: Lessons from REDD+ initiatives in the Brazilian Amazon. *World Development*, 55, 53-67.
- Dufrêne, M., dan Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67(3), 345-366.
- FCPF. (2013). Forest Carbon Partnership Facility: Demonstrating activities that reduce emissions from deforestation and forest degradation. Washington, DC, AS: Forest Carbon Partnership Facility, available at: <https://www.forestcarbonpartnership.org>
- Ferraro, P. J., Lawlor, K., dan Mullan, K. L., *et al.* (2012). Forest figures: ecosystem services valuation and policy evaluation in developing countries. *Review of Environmental Economics and Policy*, 6(1), 20-44.

- Gardner, T. A., Barlow, J., dan Araujo, I. S., *et al.* (2008). The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology letters*, 11(2), 139-150.
- Gardner, T. A., Burgess, N. D., dan Aguilar-Amuchastegui, N., *et al.* (2012). A framework for integrating biodiversity concerns into national REDD+ programmes. *Biological Conservation*, 154, 61-71.
- GOFC-GOLD. (2013). A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals associated with deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. GOFC-GOLD Report version COP 19-1. Wageningen, The Netherlands: GOFC-GOLD Project Office.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., dan Moore, R., *et al.* (2013). High-resolution maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342, 850-853.
- Herold, M., dan Skutsch, M. (2011). Monitoring, reporting and verification for national REDD+ programmes: two proposals. *Environmental Research Letters*, 6, 1-10.
- Herold, M., Román-Cuesta, R. M., dan Hirata, Y., *et al.* (2011). Options for monitoring and estimating historical carbon emissions from forest degradation in the context of REDD+. *Carbon Balance and Management*, 6(13).
- Herold, M., Angelsen, A., dan Verchot, L. V., *et al.* (2012). A stepwise framework for developing REDD+ reference levels. Dalam A. Angelsen, M. Brockhaus, W.D. Sunderlin, dan L. Verchot (Eds). *Analysing REDD+: challenges and choices* (pp. 279–299). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Hett, C., Castella, J. C., dan Heinimann, A., *et al.* (2012). A landscape mosaics approach for characterizing swidden systems from a REDD+ perspective. *Applied Geography*, 32, 608-618.
- Hooper, D. U., Chapin Iii, F. S., dan Ewel, J. J., *et al.* (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*, 75(1), 3-35.
- Hosonuma, N., Herold, M., dan De Sy, V., *et al.* (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries, *Environmental Research Letters*, 7, 1-12.
- Hunter, M. Jnr. (2002). *Fundamentals of Conservation Biology*. (Second Edition). Massachusetts, AS.: Blackwell Science.
- Innes, J. L., dan Koch, B. (1998). Forest biodiversity and its assessment by remote sensing. *Global Ecology & Biogeography Letters*, 7(6), 397-419.
- IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Bonn, Jerman: National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jagger, P., Sills, E. O., dan Lawlor, K., *et al.* (2010). *A Guide to Learning about Livelihood Impacts of REDD+ Projects*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research Occasional Paper 56.
- Joseph, S., Herold, M., dan Sunderlin, W. D., *et al.* (2013). REDD+ readiness: early insights on monitoring, reporting and verification systems of project developers. *Environmental Research Letters*, 8, 1-15.

- Kissinger, G., Herold, M., dan De Sy, V. (2012). Drivers of deforestation and forest degradation: A synthesis report for REDD+ policymakers. Vancouver, Kanada: Lexeme Consulting, available at: http://www.regjeringen.no/upload/MD/2011/vedlegg/klima/klima_skogprosjektet/DriversOfDeforestation.pdf
- Kremen, C., Colwell, R. K., dan Erwin, T. L., *et al.* (1993). Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation biology*, 7(4), 796-808.
- Larson, A. M., Brockhaus, M., dan Sunderlin, W. D., *et al.* (2013). Land tenure and REDD+. The good, the bad and the ugly. *Global Environmental Change*, 23(3), 678-689.
- Latham, J. E., Trivedi, M., Amin, R. dan D'Arcy, L. (2014). A Sourcebook of Biodiversity Monitoring for REDD+. London, Inggris: Zoological Society of London.
- Lawlor, K. (2013). Methods for assessing and evaluating social impacts of program-level REDD+. Arlington, VA, AS: United States Agency for International Development, Forest Carbon, Markets and Communities (FCMC) Program, available at: http://www.fcmcglobal.org/documents/LISA_REDD_Methods_Review.pdf
- Lawton, J. H., Bignell, D. E., dan Bolton, B., *et al.* (1998). Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, 391(6662), 72-76.
- Lindenmayer, D.B., dan Franklin, J.F. (2002). Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach. Washington, DC, AS: Island Press.
- Lindenmayer, D. B., Hulvey, K. B., dan Hobbs, R. J., *et al.* (2012). Avoiding bio-perversity from carbon sequestration solutions. *Conservation Letters*, 5, 28-36.
- Loreau, M., Naeem, S., dan Inchausti, P., *et al.* (2001). Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294(5543), 804-808.
- LSMS. (2014). Living Standards Measurement Study, available at: <http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTLSMS/0,,contentMDK:21610833~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:3358997,00.html>
- Mace, G. M., Norris, K., dan Fitter, A. H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27(1), 19-26.
- Margules, C. R., Austin, M. P., dan Mollison, D., *et al.* (1994). Biological models for monitoring species decline: The construction and use of data bases [and discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 344(1307), 69-75.
- Martínez, R., Jørgensen, P. M., dan Tiessen, H. (2011). Climate change and biodiversity in the tropical Andes. São José dos Campos: Inter-American Institute for Global Change Research.
- Millennium Assessment. (2003). Ecosystems and human well-being: A framework for assessment. Washington, DC: Island Press.
- Ninan, K. N., dan Inoue, M. (2013). Valuing forest ecosystem services: What we know and what we don't. *Ecological Economics*, 93, 137-149.

- Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4(4), 355-364.
- Noss, R. F. (1999). Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest ecology and management*, 115(2), 135-146.
- Pettorelli, N., Safi, K., dan Turner, W. (2014). Satellite remote sensing, biodiversity research and conservation of the future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1643), 20130190.
- Phelps, J., Webb, E. L., dan Adams, W. M. (2012a). Biodiversity co-benefits of policies to reduce forest- carbon emissions. *Nature Climate Change*, 1462.
- Phelps, J., Friess, D. A., dan Webb, E. L. (2012b). Win-win REDD+ approaches belie carbon-biodiversity trade-offs. *Biological Conservation*, 154, 53-60.
- Pratihast, A. K., Herold, M., dan De Sy, V., *et al.* (2013). Linking community-based and national REDD+ monitoring: a review of the potential. *Carbon Management*, 4(1), 91-104.
- Putz, F. E., dan Redford, K. (2009). Dangers of carbon-based conservation. *Global Environmental Change*, 19, 400-401.
- REDD+ SES. (2013). REDD+ Social & Environmental Standards Version 2. Arlington, VA, AS: The Climate Community & Biodiversity Alliance, available at: www.redd-standards.org.
- Rendall, A. R., Sutherland, D. R., dan Cooke, R., *et al.* (2014). Camera trapping: A contemporary approach to monitoring invasive rodents in high conservation priority ecosystems. *PloS one*, 9(3), e86592.
- Richards, M., dan Panfil, S. (2011). Social and Biodiversity Impact Assessment (SBIA) Manual for REDD+ Projects. Washington, DC, AS: Climate, Community, and Biodiversity Alliance, Forest Trends, Rainforest Alliance, and Fauna & Flora International.
- Rodríguez, J. P., Pearson, D. L., dan Barrera, R. R. (1998). A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forests in Venezuela? *Biological Conservation*, 83(1), 69-76.
- Romijn, J. E., Ainembabazi, J. H., dan Wijaya, A., *et al.* (2013). Exploring different forest definitions and their impact on developing REDD+ reference emission levels: A case study for Indonesia. *Environmental Science & Policy*, 33, 246-259.
- Saatchi, S. S., Harris, N. L., dan Brown, S., *et al.* (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(24), 9899-9904.
- Salvini, G., Herold, M., dan De Sy, V., *et al.* (2014). How countries link REDD+ interventions to drivers in their readiness plans: implications for monitoring systems. *Environmental Research Letters*, 9, 1-12.
- Scholes, R. J., dan Biggs, R. (2005). A biodiversity intactness index. *Nature*, 434(7029), 45-49.
- Schreckenberg, K., Camargo, I., dan Withnail, K., *et al.* (2010). Social Assessment of Conservation Initiatives. London, Inggris: International Institute for Environment and Development.

- Schulze, C. H., Waltert, M., dan Kessler, P. J. A., *et al.* (2004). Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications* 14(5), 1321- 1333.
- Simonet, G., Karsenty, A., De Perthuis, C., Newton, P., dan Schaap, B. (2014). REDD+ projects in 2014: An overview based on a new database and typology. Information and Debate Series No. 32. Paris, France: Paris-Dauphine University, Climate Economics Chair.
- Sims, K. R. E. (2010). Conservation and development: Evidence from Thai protected areas. *Journal of Environmental Economics and Management* 60, 94-114.
- Skutsch M. M., Torres A. B., dan Mwampamba T. H., *et al.* (2011). Dealing with locally-driven degradation: A quick start option under REDD+. *Carbon Balance and Management*, 6.
- Stem, C., Margoluis, R., dan Salafsky, N., *et al.* (2005). Monitoring and evaluation in conservation: a review of trends and approaches. *Conservation Biology*, 19(2), 295-309.
- Stickler, C. M., Nepstad, D. C., dan Coe, *et al.* (2009). The potential ecological costs and co-benefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. *Global Change Biology*, 15, 2803–2824.
- Stoms, D. M., dan Estes, J. E. (1993). A remote sensing research agenda for mapping and monitoring biodiversity. *International Journal of Remote Sensing*, 14(10), 1839-1860.
- Sunderlin, W., Larson, A. M., dan Cronkleton, P. (2009). Forest tenure rights and REDD+: From inertia to policy solutions. Dalam A. Angelsen (Ed.), *Realizing REDD+: National strategy and policy options* (pp. 139–149). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Sunderlin, W. D., dan Sills, E. O. (2012). REDD+ projects as a hybrid of old and new forest conservation approaches. Dalam A. Angelsen, M. Brockhaus, W.D. Sunderlin, dan L. Verchot (Eds). *Analysing REDD+: challenges and choices* (pp. 177–191). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Sunderlin, W. D., Ekaputri, A. D., dan Sills, E. O., *et al.* (2014). The challenge of establishing REDD+ on the ground. Insights from 23 subnational initiatives in six countries. Bogor, Indonesia: Center for International Research Occasional Paper 104.
- Thomas, C. D., Anderson, B. J., dan Moilanen, A., *et al.* (2013). Reconciling biodiversity and carbon conservation. *Ecology Letters*, 16(1), 39-47.
- UNFCCC. (2009). Cost of implementing methodologies and monitoring systems relating to estimates of emissions from deforestation and forest degradation, the assessment of carbon stocks and GHG emissions from changes in forest cover, and the enhancement of forest carbon stocks. Bonn, Jerman: United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UNFCCC. (2011a). The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperation Under the Convention. Decision 1/CP.16. Report of the Conference of the Parties on its Sixteenth Session, Cancun,

- 29 November–10 December 2010. FCC/CP/2010/7 Add.1. Bonn, Jerman: United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UNFCCC. (2011b). Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention. Policy approaches and positive incentives on issues relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries. Durban, Afrika Selatan: United Nations Framework Convention on Climate Change Conference of the Parties 17.
- UNFCCC. (2014). Work programme on results-based finance to progress the full implementation of the activities referred to in decision 1/CP.16, paragraph 70. Decision 9/CP.19. Report of the Conference of the Parties on its Nineteenth Session, Warsaw, 11 - 23 November 2013. FCC/ CP/2013/10 Add.1. Bonn, Jerman: United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UN-REDD. (2012). UN-REDD Programme Social and Environmental Principles and Criteria. Jenewa, Swiss: United Nations collaborative initiative on Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries, available at: www.un-redd.org.
- Upton, C., Ladle, R., dan Hulme, D., *et al.* (2008). Are poverty and protected area establishment linked at a national scale? *Oryx*, 42(1), 19-25.
- Venter, O., Laurance, W. F., dan Iwamura, T., *et al.* (2009). Harnessing carbon payments to protect biodiversity. *Science*, 326(5958), 1368-1368.
- Verchot, L.V., Kamalakumari, A., dan Romjin, E., *et al.* (2012). Emissions factors: Converting land use change to CO₂ estimates. Dalam A. Angelsen, M. Brockhaus, W.D. Sunderlin, dan L. Verchot (Eds). *Analysing REDD+: challenges and choices* (pp. 261–278). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Waldon, J., Miller, B. W. dan Miller, C. M. (2011). A model biodiversity monitoring protocol for REDD projects. *Tropical Conservation Science*, 4(3), 254-260
- Wongbusarakum, S., Myers Madeira, E., dan Hartanto, H. (2014). Strengthening the social impacts of Sustainable Landscapes Programs: A practitioner's guidebook to strengthen and monitor human well-being outcomes. Arlington, VA, AS: The Nature Conservancy.
- Ziegler, A. D., Phelps, J., dan Qi Yuen, J., *et al.* (2012). Carbon outcomes of major land-cover transitions in SE Asia: great uncertainties and REDD+ policy implications. *Global Change Biology*, 18, 3087-3099.



**PROGRAM
PENELITIAN PADA
Hutan, Pohon dan
Wanatani**

Penelitian ini dilaksanakan oleh CIFOR sebagai bagian dari Program Penelitian CGIAR pada Hutan, Pohon dan Wanatani (CRP-FTA). Program kolaboratif ini bertujuan untuk meningkatkan pengelolaan dan pemanfaatan hutan, wanatani, dan sumber daya genetik pohon yang mencakup lanskap dari hutan sampai ke lahan budidaya. CIFOR memimpin CRP-FTA melalui kemitraan dengan Bioversity International, CATIE, CIRAD, International Center for Tropical Agriculture dan World Agroforestry Centre.

cifor.org

blog.cifor.org



Fund



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety



Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR)

CIFOR memajukan kesejahteraan manusia, konservasi lingkungan dan kesetaraan melalui penelitian yang membantu membentuk kebijakan dan praktik kehutanan di negara berkembang. CIFOR adalah anggota Konsorsium CGIAR. Kantor pusat kami berada di Bogor, Indonesia, dengan kantor wilayah di Asia, Afrika dan Amerika Latin.

