

Panduan Solusi Iklim Alami

*Natural Climate
Solutions*

Buku Pedoman

Panduan Teknis untuk Menilai Peluang
Mitigasi Berbasis Alam di Negara-negara

Para Penulis dan Ucapan Terima Kasih

Penulis: Sara M. Leavitt, Susan C. Cook-Patton, Laura Marx, C. Ronnie Drever, Vanessa Carrasco-Denney, Timm Kroeger, Diego Navarrete, Zeng Nan, Nisa Novita, Anjelita Malik, Kate Pelletier, Kelley Hamrick, Beatriz Granziera, Chris Zganjar, Juanita Gonzalez, Peter Ellis, John Verdieck, María F. Ordóñez, Catalina Gongora, dan Juliana Del Castillo Plata

Kontributor: Wang Longzhu, Subarno, Deissy Arango, Ryan Gil, Pathanchali Premachandra, Joe Fargione, Stefanie Simpson, Zhang Xiaoquan, Huo Li, Adrienne Egolf, Dan Majka, Tyler J. Lark, Seth A. Spawn-Lee, Miguel Castro, dan Chandra Agung Septiadi Putra

Peresensi: Lynn Scarlett, Allison Lewin, Jennifer Tabola, Fernando Veiga, Jill Blockhus, Dong Ke, Sarah Gammage, Claudia Vasquez Marazzani, Herlina Hartanto, Christopher Webb, James Lloyd, Stephen Wood, Dick Cameron, Rose Graves, Catherine Macdonald, Bronson Griscom, Jesse Gallun, Juan Sebastian Sánchez Hernandez, Will McGoldrick, Susi Hunusalela dan Robertus Bria (Obi)

Editor: Anna Funk

Desainer: .Puntoaparte Editores

TERJEMAHAN

Penerjemah: Jaya Translation Services

Reviewer: Retno Dianing Sari

Ucapan terima kasih: Panduan ini dikembangkan dengan dukungan finansial dari *Norwegian International Climate and Forest Initiative* (NICFI) dan *Norwegian Agency for Development Cooperation* (Norad). Namun, pandangan dalam publikasi ini tidak selalu mencerminkan pandangan NICFI atau Norad. Dukungan keuangan tambahan diberikan oleh Bezos Earth Fund dan Ecopetrol. Para penulis ingin berterima kasih kepada sejumlah mitra dan kolaborator dari seluruh dunia yang telah terlibat dalam penelitian dalam buku/panduan ini.

Sebagian besar dokumen ini dikembangkan selama pandemi COVID-19. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus atas dedikasi seluruh tim yang terlibat dalam penerbitan buku ini, dan yang mendukung mereka selama masa yang sangat menantang. Kami memberi penghormatan kepada banyak orang terkasih yang tutup usia karena pandemi.

Harap kutip dokumen ini sebagai:

Leavitt, S.M. et al. (2021). *Natural Climate Solutions Handbook: A Technical Guide for Assessing Nature-Based Mitigation Opportunities in Countries*. The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.

Edisi Kedua

Panduan ini tersedia dalam Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Prancis, Cina Mandarin, Portugis, Spanyol, dan Swahili.

Foto sampul: Tanaman pakis muda di hutan Cagar Alam Laohegou, Provinsi Sichuan, Cina. © Nick Hall/TNC

1. Apa itu Solusi Iklim Alami?.....6

Peran Alam dalam Mencapai NDC.....7	Prinsip-prinsip NCS.....11
Tentang Panduan Ini.....10	Jalur NCS.....13

2. Mendefinisikan Ruang Lingkup.....19

Mengidentifikasi Tujuan dan Audiensi.....20	Mendefinisikan Jalur.....26
Menentukan Skala.....20	Menjalankan Penelitian Latar Belakang.....28
Memprioritaskan Jalur.....23	

3. Merakit Kumpulan Data.....31

Menetapkan <i>Baseline</i>32	Memilih Horison Waktu.....41
Menentukan Luasan Jalur NCS.....34	Mempertimbangkan Umpan Balik Iklim di Masa Depan.....41
Menghitung Fluks Gas Rumah Kaca.....38	Mengkarakterisasi Biaya.....43

4. Melakukan Analisis.....44

Memperkirakan Mitigasi.....45	Akuntansi untuk Perubahan Biaya di Masa Kuantifikasi Ketidakpastian.....45	Mendatang: Diskonto.....50
Menggabungkan Biaya: Kurva Biaya Pengurangan Marjinal.....47		

5. Studi Kasus Negara.....54

Kanada.....56	Indonesia.....79
Cina.....63	Amerika Serikat.....87
Kolombia.....70	

Apendiks.....93

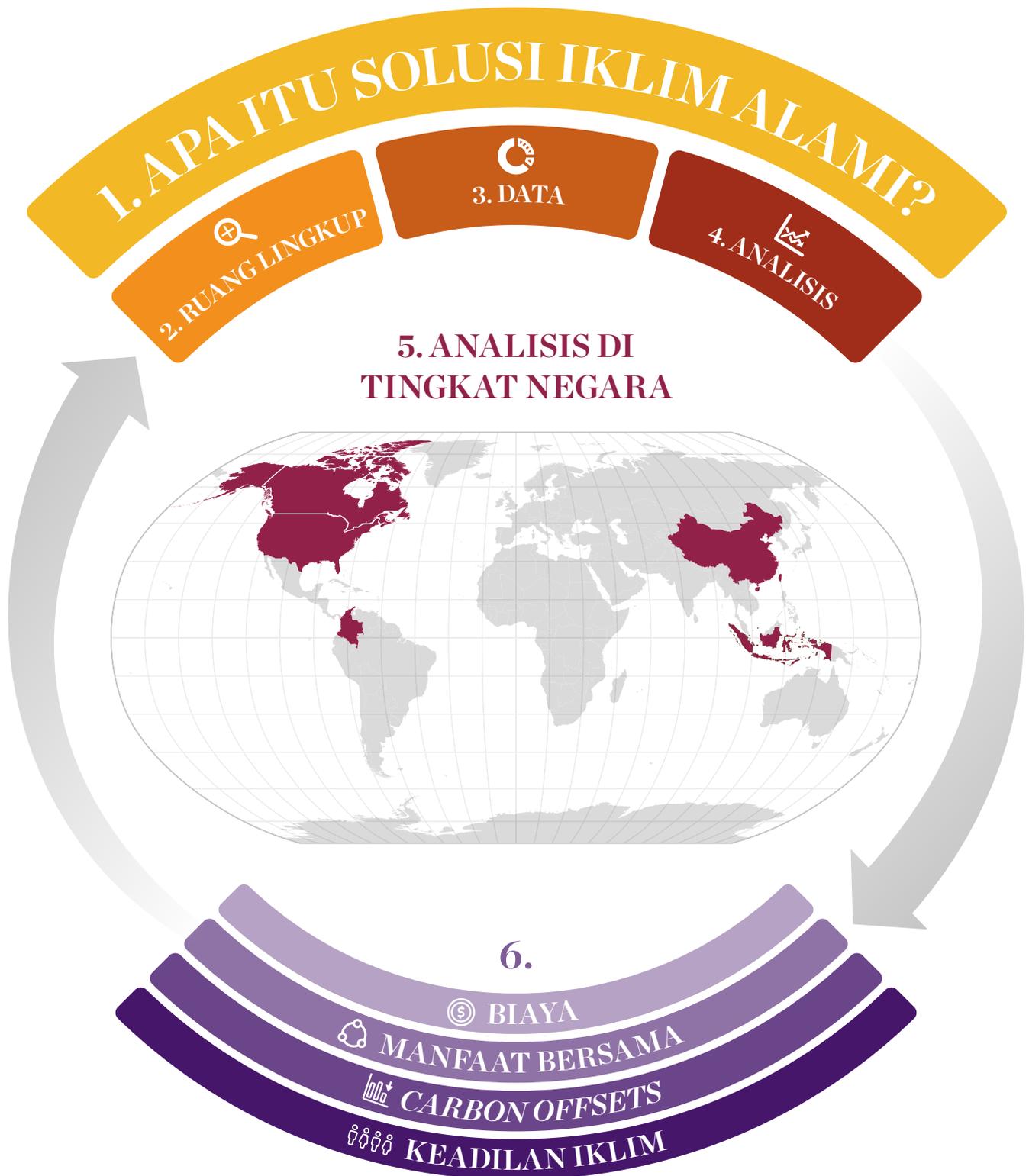
Estimasi Biaya.....94	Keadilan Iklim.....104
Manfaat Bersama.....97	Glosarium.....108
<i>Carbon Offset</i>101	Sumber Tambahan.....111

Panduan Solusi Iklim Alami

*Natural Climate
Solutions*

Buku Pedoman

Para Penulis dan Ucapan Terima Kasih.....2
Akronim dan Unit yang Berhubungan dengan NCS.....5
Karya-karya yang Dikutip.....114



Gambar 1. Grafis daftar isi yang menunjukkan alur proses

Akronim dan Unit yang Berhubungan dengan NCS

AKRONIM UMUM

AFOLU	<i>Agriculture, Forestry, and Other Land Use</i> (Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya)
GRK	Gas Rumah Kaca
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim)
LULUCF	<i>Land Use, Land-Use Change and Forestry</i> (Penggunaan Lahan, Perubahan Penggunaan Lahan dan Kehutanan)
Nbs	<i>Nature-based Solutions*</i> (Solusi Berbasis Alam)
NCS	<i>Natural Climate Solutions*</i> (Solusi Iklim Alami)
NDC	<i>Nationally Determined Contributions*</i> (Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional)
REDD+	<i>Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation*</i> (Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan)
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim)

*didefinisikan di Glosarium

Satuan Umum dengan Singkatan dan Konversi

	ha = 1 hektare	= 10.000m ² , = luas persegi dengan panjang sisi 100 meter
	Mha = 1 juta hektare	
	km² = 1 kilometer persegi	= 100 ha, = luas persegi dengan panjang sisi 1.000 meter
	t = 1 metrik ton (ton), = 1,102 short tons (US), = 0,984 long tons (UK)	Mg = 1 Megagram (10 ⁶ g)
	Mt = 1 Megaton, = 1 juta ton	Tg = 1 Teragram (10 ¹² g)
	Gt = 1 Gigaton, = 1 milyar ton	Pg = 1 Petagram (10 ¹⁵ g)

GAS-GAS RUMAH KACA YANG RELEVAN

C dan CO₂ Karbon (C) adalah salah satu unsur yang paling banyak di bumi dan menjadi dasar bagi semua bentuk kehidupan. Karbon dioksida (CO₂) adalah molekul yang terdiri dari satu atom karbon dan dua atom oksigen. CO₂ dari udara diserap oleh tumbuhan dan disimpan via fotosintesis dalam bentuk senyawa organik berbasis karbon. Di atmosfer, terdapat GRK yang melimpah dan berumur panjang, yang diemisikan terutama dari pembakaran bahan bakar fosil, serta aktivitas sektor lahan yang mengakibatkan pembakaran atau pembusukan bahan organik.

CO₂e Untuk memudahkan perbandingan, GRK selain CO₂ diterjemahkan ke dalam ekuivalen karbon dioksida berdasarkan potensi pemanasan globalnya yang bervariasi (*lihat Glosarium*). *Lihat "Mengonversi GRK ke CO₂e" di halaman 28 untuk mengetahui cara mengonversinya.*

CH₄ Metana, emisi GRK potensial dari kegiatan industri, pengelolaan limbah, peternakan, dan sistem alam seperti lahan basah.

N₂O Oksida nitrat, GRK kuat yang diemisikan terutama dari kegiatan industri dan praktik pertanian seperti penggunaan pupuk.

NOx Nitrogen oksida, istilah umum yang mencakup GRK tidak langsung berbasis nitrogen, baik itu nitrogen dioksida (NO₂) maupun nitrit oksida (NO), yang diemisikan melalui pembakaran bahan bakar fosil dan biomassa.

NH₃ Amonia, yang terutama dihasilkan dari praktik pertanian seperti peternakan dan penggunaan pupuk, merupakan polutan penting berumur pendek yang memengaruhi siklus nitrogen.

1. Apa itu Solusi Iklim Alami?



Pemandangan Indah di Kalimantan Timur, Indonesia. © Nick Hall/TNC

Peran Alam dalam Mencapai NDC

Tujuan Perjanjian Iklim Paris yang ditetapkan pada 2015 memastikan masyarakat internasional berkomitmen dalam menjaga pemanasan global di bawah 2°C dan mengupayakan pembatasan pemanasan hingga 1.5°C^[1].

Untuk memenuhi tujuan ini, negara-negara di dunia perlu segera mengambil tindakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) secara signifikan dan meningkatkan serapan serta penyimpanan karbon. Agar tujuan perjanjian tercapai, manusia perlu melihat lebih dekat cara mereka memperlakukan Bumi dan melaraskan keputusan dalam penggunaan lahan untuk memastikan bahwa peluang mitigasi di sektor lahan termanfaatkan. Mengambil tindakan

untuk menghindari bencana iklim pada skala tertentu, memang menantang bagi manusia. Namun tindakan tersebut memungkinkan dan perlu demi kelangsungan hidup banyak spesies dan masyarakat di seluruh dunia.

Studi tahun 2017 yang dipimpin oleh The Nature Conservancy menemukan bahwa sektor lahan berpotensi menghemat hingga sepertiga kebutuhan biaya mitigasi di tahun 2030 untuk menahan pemanasan global di bawah 2°C, sembari menjaga keanekaragaman hayati dan mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan dari Perserikatan Bangsa-Bangsa Tujuan (SDGs)^[2]. Para penulis studi menyebut strategi mitigasi ini dengan Solusi Iklim Alami, atau *Natural Climate Solutions*-NCS. **NCS melindungi, mengelola, dan memulihkan alam dan sistem kerja dengan cara meningkatkan serapan karbon dan/atau menghindari emisi GRK di hutan, lahan basah, padang rumput, dan lahan pertanian**^[2].

Sekitar 200 negara dalam Perjanjian Paris telah membuat komitmen iklim yang dikenal sebagai Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional (*Nationally Determined Contributions* -NDC). NDC diperbarui secara berkala dan bertujuan untuk

meningkatkan ambisi di setiap siklus agar secara bertahap dapat menutup kesenjangan antara emisi dari bisnis-seperti-biasa dengan pengurangan emisi yang diperlukan untuk mempertahankan kestabilan iklim. Strategi, atau jalur NCS, mewakili tindakan *tambahan* - di luar kondisi dasar - yang dapat

diadopsi oleh suatu negara untuk memenuhi dan melampaui komitmen iklim mereka. **NCS bukanlah pengganti dekarbonisasi sektor energi; sebaliknya, ini adalah cara melengkapi upaya dekarbonisasi untuk membantu negara-negara dalam memenuhi dan melampaui target pengurangan emisi mereka.**

NCS dalam NDC

Target dan rencana iklim nasional telah meningkat dramatis sejak sejumlah negara mengadopsi Perjanjian Paris. Pada siklus pertama NDC dikirim tahun 2015, banyak negara memasukkan pembahasan terkait LULUCF, tetapi hanya 70 negara (sekitar sepertiga) yang menyertakan target terkuantifikasi^[3]. Kesenjangan data ini menunjukkan peluang signifikan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas aksi dan target NCS dalam NDC. Pada Desember 2020, 75 negara telah mengirimkan NDC baru atau yang diperbarui^[4]. Dari jumlah tersebut, 48 negara memberikan target mitigasi kuantitatif untuk LULUCF. Contoh target kuantitatif untuk LULUCF termasuk:

- Tingkat emisi dan serapan GRK absolut untuk tahun 2030.
- Penurunan persentase emisi GRK relatif dari tingkat bisnis-seperti-biasa untuk tahun 2030.

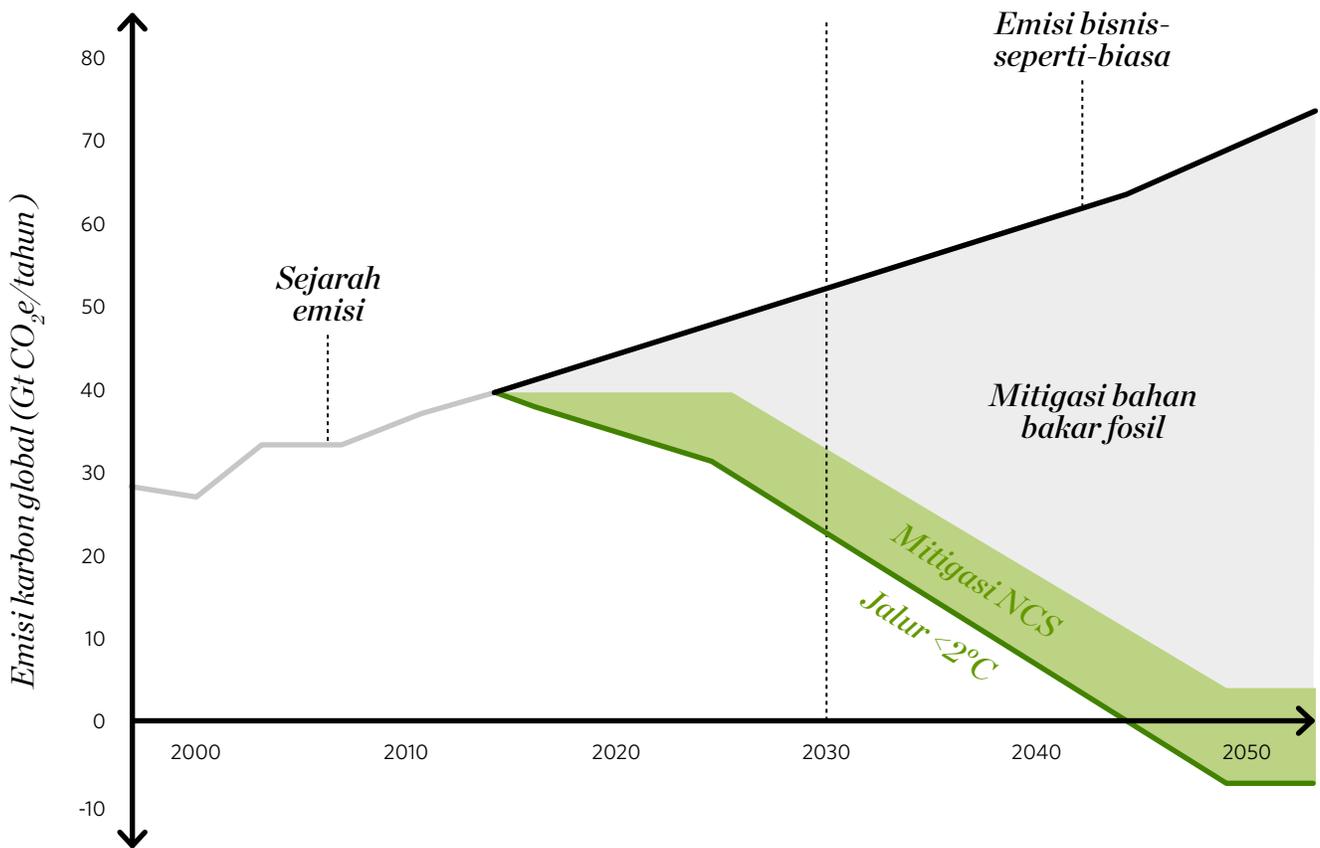
- Persentase dari total luas lahan negara di bawah tutupan hutan untuk tahun 2030.

Meskipun representasi NCS dalam NDC meningkat, hanya sedikit negara yang memiliki rencana untuk memanfaatkan potensi NCS -yang hemat biaya- dalam NDC mereka. Sayangnya, sebagian besar negara tidak akan dapat memenuhi NDC mereka tanpa memasukkan aksi di sektor lahan. Selain itu, NDC di masa depan harus lebih ambisius. Laporan Sintesis UNFCCC^[4] yang baru dirilis menunjukkan pengurangan emisi diproyeksikan hanya 1% pada tahun 2030 dibandingkan tahun 2010. Padahal, IPCC telah mengindikasikan bahwa pengurangan emisi sekitar 45% diperlukan untuk mencapai target 1,5°C^[5]. Sementara itu, per Juli 2021, sebanyak 131 negara yang menyumbang 73% emisi GRK global, telah mengadopsi atau sedang mempertimbangkan target *net-zero*.^[6] Meski target-target penurunan emisi terus meningkat, dengan kebijakan yang berlaku saat ini, pemanasan global diproyeksikan jauh di atas 1,5°C.

Saatnya bertindak sekarang. Keberhasilan memanfaatkan potensi NCS dalam menurunkan emisi akan menurun setelah tahun 2030 dan terus turun secara drastis setelah tahun 2050^[2]. Alasannya ada dua: Umpan balik perubahan iklim akan mengurangi ketahanan ekosistem secara bertahap, dalam banyak kasus mengurangi kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon. Sedangkan dampak relatif dari NCS akan berkurang jika emisi dari kegiatan bisnis-seperti-biasa terus meningkat (*lihat Gambar 2*).

Komunitas global telah menetapkan target mitigasi perubahan iklim selama beberapa dekade - Saatnya untuk mulai memenuhinya. Panduan ini akan membantu dengan instruksi langkah demi langkah kepada mereka yang ingin mengevaluasi potensi alam untuk memitigasi perubahan iklim di negara mereka atau yurisdiksi lain.

1.



Gambar 2. Kontribusi Solusi Iklim Alami dalam menstabilkan pemanasan di bawah 2°C^[2]

Tentang Panduan Ini

Asesmen NCS akan membantu mengidentifikasi aksi pengelolaan lahan yang memiliki potensi mitigasi terbesar di segala jenis skala dan lanskap. The Nature Conservancy dan mitranya telah melakukan serangkaian asesmen NCS di seluruh dunia selama 5 tahun terakhir. Kami mengembangkan panduan ini, agar kami dapat berbagi pembelajaran dari para ilmuwan dan praktisi konservasi yang telah melakukan analisis ini. Kami menggali literatur-literatur ilmiah dan pengalaman kolektif, untuk mengumpulkan sebanyak mungkin praktik terbaik guna memfasilitasi berbagai audiensi dan pengambil keputusan yang akan melakukan pelingkupan dan asesmen NCS.

Dalam panduan ini, kami **menguraikan sejumlah parameter dasar untuk memulai analisis, menandai poin-poin keputusan kunci, dan menjelaskan faktor yang perlu dipertimbangkan saat membuat keputusan tersebut** untuk berbagai situasi. Panduan ini disusun sesuai dengan urutan langkah yang biasanya kami lakukan dalam asesmen NCS — mulai dari mengidentifikasi tujuan dan audiensi, memprioritaskan dan menentukan jalur lokal yang relevan, mengidentifikasi sejauh mana peluang dan fluks GRK yang relevan di setiap jalur, hingga memperkirakan mitigasi potensi dan biaya - mengingat bahwa banyak langkah yang berulang, sehingga perlu penyempurnaan lagi setelah dilakukan langkah lain. Kami memberikan pedoman dan praktik terbaik untuk menavigasi kerumitan ini dan secara akurat menilai potensi mitigasi solusi iklim alami dari tiap negara atau yurisdiksi. Bagi pembaca yang ingin memulai dari awal atau yang sedang melakukannya, kami telah merancang panduan ini sehingga pembaca bisa melompat ke bagian mana pun sebagai titik

awal. Tujuan kami adalah menyediakan perangkat yang dibutuhkan setiap pembaca dalam membuat keputusan yang paling sesuai untuk kasus unik mereka.

Di dalam panduan ini, tersedia berbagi **studi kasus** singkat dari Kanada, Cina, Kolombia, Indonesia, dan Amerika Serikat (AS) yang menunjukkan bagaimana tim kami telah menyesuaikan kerangka kerja NCS global dengan kebutuhan mereka, termasuk pelajaran yang dipetik dari proses tersebut. **Apendiks** memberikan berbagai sumber tambahan dan pembaca dapat menggali lebih dalam tentang beberapa faktor dalam mewujudkan potensi NCS. Dalam panduan ini, kami merefleksikan tentang bagaimana mempertimbangkan dampak pada manusia dan keanekaragaman hayati, dan bagaimana memastikan bahwa tindakan NCS menguntungkan, bukan merugikan, masyarakat lokal.

Panduan ini merupakan pelengkap [Panduan untuk Menyertakan Alam dalam Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional](#), yang memberikan ringkasan singkat tentang sumber-sumber teknis yang tersedia bagi negara-negara yang mempertimbangkan cara menyertakan NCS ke dalam NDC mereka, dan tersedia dalam bahasa Inggris, Spanyol, Prancis, dan Portugis.

Tujuan kami adalah agar panduan ini mudah digunakan dan menguraikan jalur yang jelas untuk menilai peluang NCS pada setiap skala.

Tahun 2030 semakin dekat, dan setiap jalur yang memungkinkan untuk menangani perubahan iklim dibutuhkan, termasuk NCS. Saatnya beralih dari kata ke angka dan fokus pada tindakan. Ini penting, dan bisa dilakukan. Mari kita mulai.

Prinsip-prinsip NCS

Perhitungan GRK. Pada intinya, konsep NCS adalah kerangka kerja akuntansi yang disusun hati-hati untuk mengevaluasi potensi mitigasi berbasis alam secara komprehensif sambil menghindari penghitungan ganda.

Tidak merugikan. Kerangka kerja ini menggunakan pendekatan “tidak merugikan”, dengan penekanan pada pengaman dalam melindungi keanekaragaman hayati dan mempertahankan produksi pangan dan serat bagi manusia. NCS hanya mencakup kegiatan yang dianggap memiliki efek netral atau positif terhadap keanekaragaman hayati, dan selaras dengan prinsip “positif alam” yang didukung oleh banyak pemimpin publik, sektor swasta, dan masyarakat sipil.^[7]

Hemat biaya. Penetapan harga karbon, biaya penerapan, opsi biaya alternatif untuk mitigasi atau adaptasi, dan faktor lainnya akan memengaruhi skala potensi mitigasi NCS. Beberapa jalur NCS relatif mahal untuk diterapkan di lapangan, tetapi penerapan jalur NCS yang lainnya justru dapat menghemat biaya. Dalam sejumlah kasus, NCS menawarkan mitigasi perubahan iklim yang hemat biaya (*lihat “Biaya Karakterisasi” di halaman 43 dan Apendiks: Estimasi Biaya*).

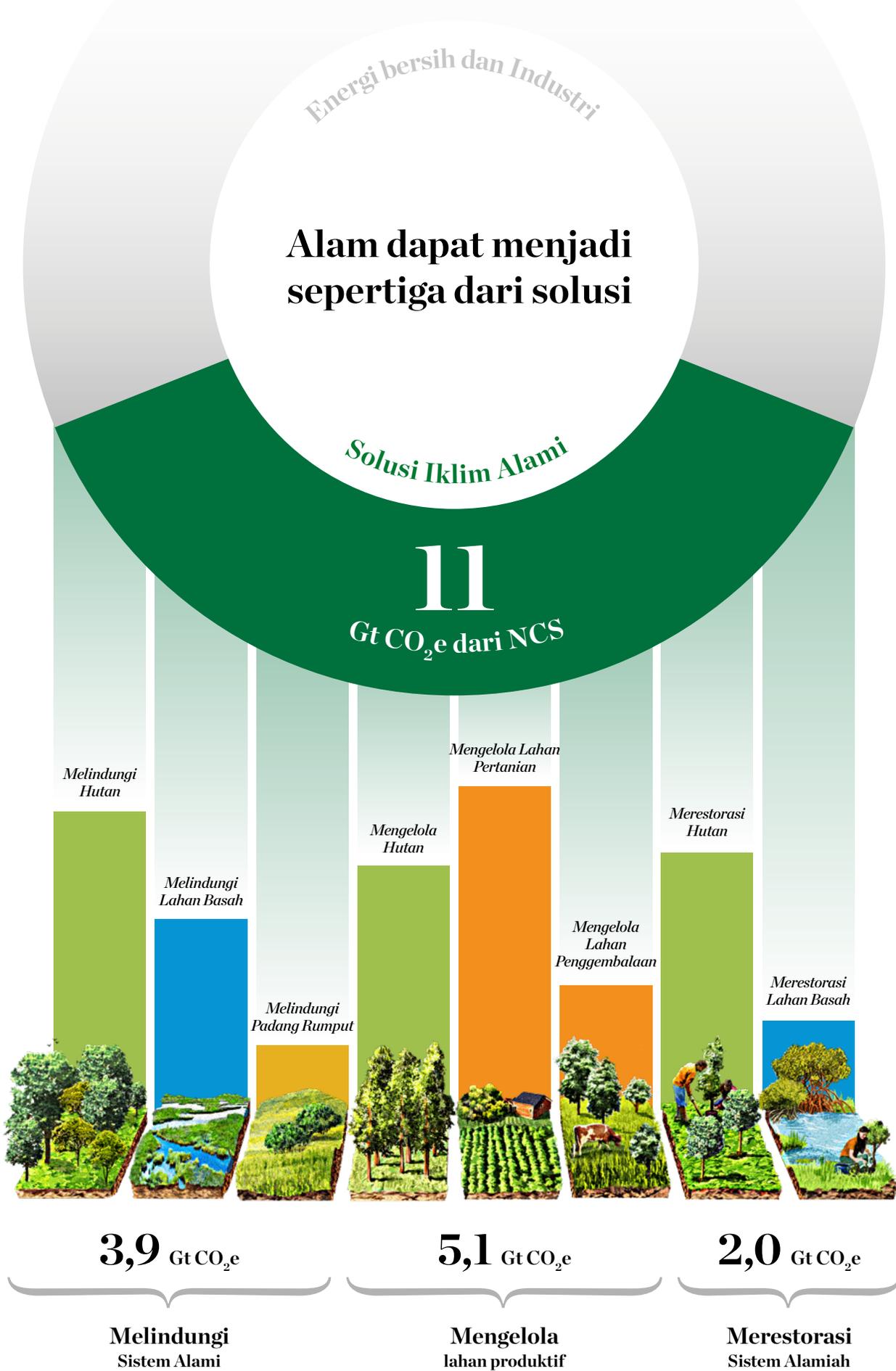
Manfaat Bersama. Selain itu, kegiatan NCS sering memberikan manfaat tambahan yang dapat memotivasi penerapan di lapangan, seperti terjadinya peningkatan kualitas udara, peningkatan mutu dan regulasi air, pengayaan hara tanah, dukungan terhadap keanekaragaman hayati, dan peningkatan ketahanan ekosistem dan kemampuan beradaptasi dengan perubahan iklim di masa depan (*lihat Apendiks: Manfaat Bersama*).

NCS bukanlah pengganti untuk pengurangan emisi bahan bakar fosil. Namun, dalam beberapa kasus, mereka dapat digunakan untuk “mengimbangi” emisi yang tak terhindari (*lihat Apendiks: Pengimbangan Karbon*).

Keadilan Iklim. Agar tidak merugikan, penerapan NCS pada kelompok yang berbeda harus mendapat perhatian khusus untuk memahami konteks dan konsekuensinya. Perencana proyek NCS harus mempertimbangkan dengan hati-hati siapa yang diuntungkan dari kegiatan perlindungan, pengelolaan, atau restorasi, serta siapa yang terlibat selama proses berlangsung. Idealnya, NCS dapat membantu perbaikan sejarah ketidakadilan lingkungan dan mengurangi ketidaksetaraan di tempat penerapannya. Namun, jika tidak terstruktur dengan baik, justru dapat memperburuk kesenjangan ekuitas (*lihat Apendiks: Keadilan Iklim*).

Solusi Iklim Alami atau Solusi Berbasis Alam?

Solusi iklim alami adalah bagian dari Solusi Berbasis Alam (NbS). NbS mengatasi tantangan sosial dan SDGs yang sekaligus memberi manfaat bagi kesejahteraan manusia dan keanekaragaman hayati. NbS mencakup banyak jasa-jasa yang disediakan oleh alam (misalnya, mitigasi perubahan iklim, ketahanan dan adaptasi ekosistem, infrastruktur ramah lingkungan, dan jasa ekosistem)^[8,9]. Istilah NCS yang digunakan dalam panduan ini merujuk pada kerangka kerja penghitungan GRK khusus untuk mitigasi iklim berbasis alam. Bagi negara-negara yang sudah membuat NbS secara lebih luas, meringkai komunikasi menggunakan istilah NbS dapat membuka jalan untuk memahami dan menerima NCS sebagai aksi kunci menghadapi perubahan iklim.



Gambar 3. Tingkat efektivitas biaya implementasi NCS dapat memberikan sepertiga solusi dalam mencapai target Perjanjian Paris



Mangrove di Pulau Lembongan, Indonesia. Hutan mangrove mendukung sektor perikanan, keamanan pangan, dan dapat memperkuat resiliensi masyarakat pesisir terhadap badai, dan kenaikan muka air laut. © Kevin Arnold/TNC

Jalur NCS

Solusi iklim alami terbagi dalam tiga kategori utama: **perlindungan** sistem alami, praktik **pengelolaan** yang lebih baik di lahan produktif, dan **restorasi** tutupan alami. NCS dapat dibagi lagi menjadi

beberapa jalur, yang meningkatkan serapan dan cadangan karbon dan/atau menghindari emisi GRK di **hutan, lahan basah, padang rumput, dan lahan pertanian**. Juga lihat Tabel S2 dari Griscom et al. 2017, Metode Tambahan dari Fargione et al. 2018, dan Kotak 1 dari Drever et al. 2021 untuk mengetahui rincian definisi.

JALUR HUTAN

Hutan dapat mencakup setiap lahan yang didominasi oleh pepohonan, termasuk hutan hujan tropis, hutan kering, hutan boreal, daerah berhutan, dan perkebunan pohon. Baik itu, fluks CO₂ tanah, biomassa serta sumber karbon juga dipertimbangkan dalam jalur NCS ini.^[10] Lihat “Kapan hutan adalah hutan?” di halaman 35.

Penghindaran Konversi Hutan. Penghindaran emisi dari pencegahan konversi hutan ke penggunaan lahan nonhutan seperti: pertanian, perkotaan, atau lahan industri. (Catatan, perubahan sementara tutupan hutan akibat pemanenan (pertanian/kehutanan) harus dipertimbangkan dalam jalur NCS *pengelolaan hutan alam*.)

Kehutanan Cerdas Iklim. Emisi yang dihindari dan/atau peningkatan serapan di hutan produksi. Potensi kegiatan NCS dapat berupa praktik pembalakan rendah karbon, pemanenan yang ditunda (pengurangan intensitas pemanenan kayu yang disengaja, termasuk penghentian pembalakan di beberapa blok tebangan), peningkatan regenerasi hutan di tegakan pasca panen dan tindakan lainnya.

Pengelolaan Hutan Tanaman. Peningkatan serapan karbon di tegakan hutan melalui strategi perpanjangan rotasi (waktu antara siklus panen) di tegakan seumur, dan pengelolaan unit manajemen yang intensif. Beberapa asesmen NCS juga mempertimbangkan karbon yang tersimpan dalam produk turunan kayu.

Pengelolaan Kebakaran Hutan. Penghindaran emisi di hutan dan sabana yang rawan kebakaran dapat dilakukan melalui praktik-praktik pengelolaan terbaik. Praktik tersebut, seperti pembakaran terkendali yang bisa mengurangi risiko kebakaran hutan dengan intensitas tinggi atau menggeser durasi kebakaran untuk mengurangi emisi GRK. Di hutan yang lebih basah di mana kebakaran lebih jarang terjadi, praktik pengendalian kebakaran di sepanjang tepian hutan dapat menghindari kebakaran akibat perbuatan manusia.

Penghindaran Pengambilan Kayu Bakar. Penghindaran emisi dari berkurangnya pengambilan kayu yang digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak dan pemanas, terutama melalui penggunaan kompor yang lebih efisien.

Tutupan Kanopi Perkotaan. Peningkatan serapan karbon dengan memperbanyak kanopi pohon di perkotaan, dan/atau mempertahankan simpanan karbon dengan mencegah pohon tumbang dan mengganti yang mati.

Reforestasi. Peningkatan serapan karbon dari restorasi tutupan hutan, yaitu transisi penggunaan lahan nonhutan menjadi penggunaan lahan hutan di tempat-hutan awalnya berdiri-.

JALUR LAHAN BASAH

Lahan basah mencakup sistem air tawar, seperti lahan gambut dan lahan basah mineral air tawar, serta sistem laut atau “karbon biru”, seperti mangrove, rawa asin, dan padang lamun. Baik fluks GRK tanah, biomassa (termasuk CO₂, CH₄, dan N₂O), dan sumber karbon lainnya dipertimbangkan dalam jalur NCS ini;^[11] untuk menghindari penghitungan ganda, kami biasanya mengkategorikan mangrove, hutan gambut, dan lahan basah berhutan lainnya sebagai jalur lahan basah.

Penghindaran Dampak Lahan Basah Pesisir. Penghindaran emisi dengan mencegah degradasi dan/atau hilangnya lahan basah air asin (termasuk mangrove, rawa asin, dan padang lamun) dari pengeringan, pengerukan, eutrofikasi, atau gangguan antropogenik lainnya.

Penghindaran Dampak Lahan Basah Air Tawar. Penghindaran emisi dengan mencegah degradasi dan/atau hilangnya lahan basah air tawar (terutama lahan gambut) dari kebakaran gambut, pengeringan, pengerukan, eutrofikasi dari pupuk, atau gangguan antropogenik lainnya.

Restorasi Lahan Basah Pesisir. Penghindaran emisi dengan memulihkan lahan basah air asin yang terdegradasi (termasuk mangrove, rawa asin, dan padang lamun) melalui kegiatan seperti pembasahan atau peningkatan salinitas dengan membangun kembali konektivitas hidrologi, serta meningkatkan serapan karbon dengan merestorasi vegetasi.

Restorasi Lahan Basah Air Tawar. Penghindaran emisi dari tanah *hydric* yang rusak dengan memulihkan fungsi hidrologi lahan basah air tawar yang sudah kering atau sudah dikonversi terutama lahan gambut)^[12], dan meningkatkan serapan karbon dengan merestorasi vegetasi.

JALUR PADANG RUMPUT

Padang rumput termasuk prairi, stepa, semak belukar, tundra, sabana, dan habitat alami lainnya dengan sedikit atau tanpa tutupan pohon. Fluks CO₂ dipertimbangkan, dan tanah adalah sumber karbon utama.

Penghindaran Konversi Padang Rumput. Penghindaran emisi dengan mencegah konversi padang rumput dan semak belukar yang alami maupun yang dikelola menjadi lahan pertanian.

Restorasi Padang Rumput. Peningkatan serapan karbon dengan restorasi lahan pertanian, khususnya di daerah dengan keterbatasan produksi pertanian, di mana beberapa area tersebut, sejarahnya adalah padang rumput atau semak belukar.



Peternakan Bluebell di Dakota Selatan berada dalam Lanskap Prairie Coteau, yang merupakan salah satu Padang Rumput terbesar yang tersisa di A.S. © Richard Hamilton/TNC

JALUR PERTANIAN

Tanah pertanian mencakup semua lahan yang dikelola ekstensif untuk pertanian atau peternakan, termasuk di dalamnya adalah ladang pertanian, padang rumput, dan area penggembalaan lainnya. Fluks GRK termasuk CO₂, CH₄, dan N₂O. Tanah adalah sumber karbon utama.

Pohon di Lahan Pertanian. Peningkatan cadangan karbon dengan menambah atau melindungi pohon-pohon yang hidup di lahan pertanian atau lahan penggembalaan. Upaya tersebut mencakup *silvopasture* (pepohonan di lahan penggembalaan), tumpang sari (menanam pohon di sela-sela tanaman pertanian), penyangga riparian, penahan angin/pemecah angin, dan/atau regenerasi alami yang dikelola petani (mengubah pola tanam agar pohon dapat tumbuh kembali secara alami di beberapa tempat).

Manajemen Penanaman Padi. Penghindaran emisi melalui praktik budidaya padi yang lebih baik, termasuk pengeringan di pertengahan musim, pengairan basah-kering, dan/atau penghilangan residu.

Pengelolaan unsur hara. Penghindaran emisi dari pabrik pupuk dengan mengurangi penggunaan kadar nitrogen yang berlebihan melalui penerapan praktik terbaik “4T” (tepat sumber, tepat laju, tepat waktu, dan tepat lokasi)^[13].

Biochar. Peningkatan serapan karbon di tanah pertanian dengan mengubah limbah panen menjadi arang, kemudian menerapkannya sebagai pembenah tanah agar lebih subur. Jalur ini tidak termasuk limbah kayu dari hutan untuk menghindari kemungkinan insentif yang merugikan yang secara tidak sengaja mengurangi karbon yang tersimpan di hutan.

Tutupan Tanaman Pertanian. Peningkatan serapan karbon di tanah pertanian dari penanaman tanaman tambahan saat tanaman utama tidak berkembang. Ketika tanaman dari jenis legum atau polong-polongan digunakan sebagai tanaman tambahan, penurunan emisi terjadi karena pengurangan penggunaan pupuk anorganik. Tanaman legum diketahui kaya akan nitrogen

Pengurangan Sistem Olah Tanah/*Tillage*. Peningkatan serapan karbon di tanah pertanian dengan mengadopsi praktik pengurangan atau tanpa olah-tanah di lahan pertanian.

Tanaman Legum. Penghindaran emisi dari pengurangan pemakaian pupuk nitrogen dengan mengganti jenis tanaman dari biji-bijian ke legum (kacang-kacangan) secara bergiliran.

Legum di Lahan Penggembalaan. Peningkatan serapan karbon dalam tanah dengan penanaman legum di lahan khusus tanaman pakan; terbatas pada sejumlah area penanaman sehingga menghasilkan serapan karbon bersih. Bisa juga termasuk, jika relevan, penghindaran emisi dari aplikasi pupuk ke lahan penggembalaan.

Optimasi Penggembalaan. Peningkatan serapan karbon dalam tanah dengan meningkatkan penggembalaan di lokasi yang hewan ternaknya sedikit dan mengurangi penggembalaan di lokasi yang hewan ternaknya banyak.

Manajemen Pakan dan Penggembalaan Hewan. Penghindaran emisi karena berkurangnya fermentasi enterik dalam usus hewan ruminansia melalui: 1) teknik pemuliaan dan kesehatan hewan, atau 2) penggunaan pakan yang lebih padat energi seperti biji-bijian sereal dan lahan penggembalaan yang lebih baik.

Pengelolaan Pupuk Kandang. Emisi yang dihindarkan dari pengelolaan pupuk kandang yang lebih baik, terutama dalam menangani fasilitas peternakan sapi perah dan peternakan babi.



Ladang Jagung di luar wilayah Arapahoe, Carolina Utara, Amerika Serikat pada waktu matahari terbenam. © Will Conkwright/TNC

2. Mendefinisikan Ruang Lingkup

Ketika memulai asesmen mengenai cara NCS dapat memitigasi perubahan iklim di negara atau yurisdiksi Anda, Anda harus terlebih dahulu mempertimbangkan ruang lingkup analisis NCS. Bagian ini memberikan saran mengenai cara menentukan peserta, skala, dan isi asesmen. Penentuan dan penyempurnaan cakupan akan memakan waktu lebih lama dari yang Anda pikirkan - pastikan waktu yang ada cukup untuk tahapan ini!

Mengidentifikasi Tujuan dan Audiensi

Langkah pertama untuk setiap analisis potensi mitigasi NCS adalah mengidentifikasi tujuan utamanya, seperti menentukan target mitigasi nasional yang baru atau menentukan strategi implementasi agar memenuhi target yang sudah ada. Anda juga sebaiknya mengidentifikasi target audiensi untuk asesmen ini, termasuk yang dapat memengaruhi bagaimana temuan nantinya ditindaklanjuti.

Beberapa pertanyaan yang bagus untuk dipertimbangkan sebelum memulai tindakan mencakup:

- *Apakah NDC negara Anda, atau tujuan mitigasi iklim nasional atau sub-nasional lainnya, mencakup lahan alami dan lahan produktif? Jika demikian, apakah sasaran tersebut memiliki target numerik dan derajat perincian yang memadai untuk melaksanakan aksi?*
- *Apakah ada kerangka kerja untuk menilai potensi NCS di negara Anda, seperti laporan inventarisasi nasional?*

- *Yang mana, jika ada, kementerian atau lembaga pemerintah yang bertugas menetapkan kebijakan iklim dan mengatur aksi iklim?*
- *Kementerian dan lembaga apa yang memengaruhi pengelolaan pertanian dan sumber daya alam?*
- *Apakah ada organisasi masyarakat sipil, atau penyandang dana perusahaan dan masyarakat sipil yang akan mengadvokasi kebijakan tertentu?*

Tanggapan atas pertanyaan-pertanyaan ini akan membantu mengidentifikasi tujuan dan khalayak dan juga akan memengaruhi ruang lingkup dan prioritas untuk menyusun asesmen Anda.

Menentukan Skala

Setelah tujuan utama dan target audiensi teridentifikasi, Anda dapat mulai memutuskan seberapa dalam (misalnya, menggunakan data global, nasional, atau lokal) dan seberapa luas (misalnya, jenis dan jumlah jalur) asesmennya. Kemungkinan ada beberapa pengulangan pengambilan keputusan karena tiap dimensi ini disempurnakan selama langkah-langkah selanjutnya di Bagian 2.

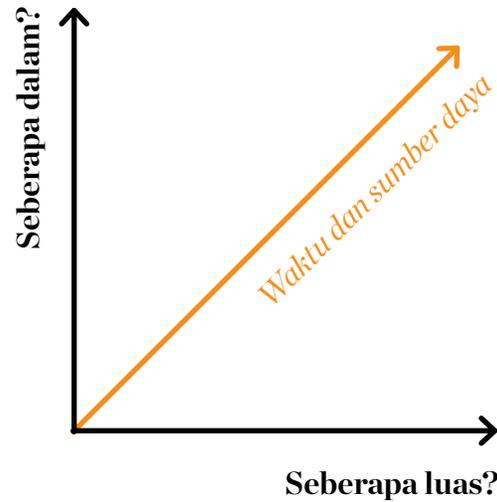
SEBERAPA DALAM?

Dalam beberapa kasus, analisis cepat menggunakan sumber daya skala global seperti NCS World Atlas akan mencukupi untuk kebutuhan Anda. Meskipun resolusinya kasar, data global berguna untuk mendapatkan gambaran umum tentang peluang di tempat tertentu atau untuk membandingkan sejumlah peluang di seluruh dunia.

Pada kasus lain, tujuan dan target audiensi mungkin memerlukan asesmen yang berskala lebih baik (yaitu, di tingkat negara atau sub-nasional) sehingga melibatkan lebih banyak pemangku kepentingan dalam prosesnya. Sebagai contoh, akankah peserta Anda menerima kesimpulan jika mereka tidak terlibat dalam asesmen? Akankah capaian tujuan Anda membutuhkan keterlibatan orang atau lembaga tertentu sedari awal proses? Dalam beberapa kasus, data global mungkin cukup memadai dari perspektif ilmiah, tetapi tidak cukup untuk mencapai tujuan Anda.

NCS World Atlas: Perangkat Asesmen Cepat

Jika data angka yang cepat diperlukan untuk menilai besarnya peluang NCS dalam suatu negara atau untuk membandingkan antar negara, silakan kunjungi [NCS World Atlas](#)^[4]. Atlas ini memiliki laporan tiap negara yang dapat diunduh dan diperbarui secara berkala dengan perkiraan potensi NCS berdasarkan perkembangan ilmu pengetahuan global yang terbaru dan terbaik. Angka-angka tersebut adalah perangkat yang mumpuni untuk memulai percakapan dengan para pembuat kebijakan, perusahaan, atau organisasi multilateral yang tertarik untuk mempelajari potensi NCS lebih lanjut.



Gambar 4. Keseimbangan antara kedalaman dan keluasan dari asesmen untuk efisiensi pemakaian sumber daya dan waktu

Untuk sebagian besar perencanaan implementasi dan pengambilan keputusan kebijakan, asesmen perlu dilakukan di tingkat negara atau sub-nasional. Jika memang tersedia, data beresolusi yang lebih baik, akan memberikan estimasi lebih tepat tentang lokasi potensi NCS berada dan berapa banyak skenario mitigasi yang ditawarkan. Asesmen berskala lebih rinci juga memungkinkan definisi-definisi yang sesuai di tingkat lokal dan membuka kesempatan untuk mengembangkan variabel tambahan yang sesuai minat warga setempat. Misalnya, jika suatu negara memiliki kebijakan khusus terkait pepohonan di sepanjang tepi jalan (mis., Misi Jalan Raya Hijau di India), Anda dapat menyertakan analisis peta jalan nasional untuk menyempurnakan estimasi potensi NCS yang ada.

SEBERAPA LUAS?

Setelah Anda memutuskan kedalaman asesmen, langkah selanjutnya adalah menentukan apakah akan menyelidiki semua jalur NCS yang relevan atau hanya sebagian.

Evaluasi setiap jalur membutuhkan waktu dan sumber daya, tapi bermanfaat untuk mempersempit fokus



Area penelitian rawa gambut di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah, Indonesia. © Narang Sujana/CIFOR

Anda. Berdasarkan pengalaman kami, melakukan asesmen penuh terhadap semua jalur dan menerbitkan laporan setidaknya menghabiskan waktu 18 bulan, termasuk banyak input dari tim peneliti dalam jumlah besar. Secara umum, praktik terbaiknya adalah dengan melakukan sedalam dan seluas yang diperlukan saja untuk mencapai tujuan Anda. Misalnya, Anda mungkin sudah mengetahui jalur mana yang menjadi prioritas kebijakan atau memiliki potensi mitigasi terbesar. Maka analisis mitigasi cepat dilakukan pada beberapa jalur utama saja sesuai dengan data yang tersedia. Sehingga lebih banyak waktu dan sumber daya untuk melakukan analisis ekonomi, sosial, dan kebijakan tindak lanjut yang dapat lebih menjelaskan implementasi NCS.

Di sisi lain, jika sumber daya memungkinkan, asesmen NCS yang lengkap bisa menjadi investasi penting dan dapat memberikan hasil yang mengejutkan di kemudian hari. Contohnya adalah di Kanada, sebelum melakukan asesmen NCS lengkap, kami memperkirakan bahwa sektor kehutanan akan menghasilkan potensi mitigasi tertinggi. Sebaliknya, kami menemukan bahwa pada tahun 2030, penghindaran konversi padang rumput

justru mewakili peluang mitigasi terbesar. Sektor pertanian di Kanada, secara keseluruhan memiliki lebih banyak peluang NCS daripada sektor kehutanan^[15]. Hal ini disebabkan oleh laju pertumbuhan pohon yang lambat di hutan, dan efek pemanasan dari tutupan pohon di Kanada (yaitu albedo, lihat *Glosarium*), yang berarti sektor kehutanan akan membutuhkan lebih banyak waktu untuk mencapai potensinya. Tanpa asesmen NCS Kanada yang lengkap, kami tidak akan menemukan hasil yang mengejutkan ini. Asesmen lengkap juga bisa membantu membangun komunitas NCS berbasis sains, menggembelng para ahli dari berbagai bidang yang mungkin lama tidak berdiskusi ilmiah. Selain membangun jejaring antar pemangku kepentingan, praktik komunitas ini dapat menjadi tempat yang kredibel untuk mengeksplorasi kompromi antar sektor.

Mungkin tidak jelas di awal proses apakah atau bagaimana memfokuskan asesmen Anda. Sebaiknya dimulai dengan penelitian pelingkupan secara umum dan mempersempitnya ke jalur tertentu, seiring analisis berjalan, maka perlahan lebih banyak informasi tersedia.

Memprioritaskan Jalur

Jika Anda memilih untuk memfokuskan asesmen pada subset jalur, tetapi belum jelas prioritas tertinggi yang sesuai untuk target audiensi Anda, maka sejumlah faktor di bawah perlu dipertimbangkan:

POTENSI MITIGASI

Penting untuk mengidentifikasi jalur mana yang berpotensi mitigasi yang signifikan di lokasi Anda. Perhatikan, bahwa untuk mencapai potensi mitigasi biofisik maksimum mungkin sulit, jadi sebaiknya pertimbangkan bagaimana menurunkan potensi mitigasi pada titik harga karbon 10, 50, atau 100 USD per metrik ton CO₂e (lihat “Karakterisasi Biaya”). Pada skala global misalnya, sejauh ini reforestasi memiliki potensi mitigasi maksimum biofisik tertinggi jika biaya tidak dipertimbangkan. Tetapi dengan harga karbon hingga 100 USD per metrik (dari reforestasi), potensinya setara dengan potensi dari penghindaran konversi hutan. Pemahaman akan variasi biaya dari tiap jalur NCS, relatif memengaruhi penekanan yang ditempatkan pada setiap jalur - meskipun Anda mungkin belum jelas tentang hal ini, tapi nanti biaya bisa menjadi pertimbangan dalam prosesnya.

RELEVANSI LOKAL

Memahami konteks lokal adalah kunci untuk memilih atau menambahkan jalur yang sesuai. Misalnya, pengelolaan sawah tadah hujan mungkin memiliki potensi yang tinggi atau tidak, tergantung pada berapa banyak beras yang diproduksi suatu negara. Kebijakan nasional bisa memegang peran. Misalnya, data global menunjukkan potensi mitigasi yang tinggi untuk *menghindari konversi hutan* di Cina;

tetapi, konversi hutan permanen harus rendah karena peluncuran kebijakan *China Ecological Conservation Redline* yang berupaya melindungi lebih dari seperempat daratan Cina.

MANFAAT BERSAMA

Sementara asesmen NCS berfokus pada mitigasi iklim, kegiatan yang dipertimbangkan seringkali memiliki manfaat lain (lihat *Apendiks: Manfaat Bersama*). Anda sebaiknya memprioritaskan jalur yang menawarkan manfaat tambahan yang menarik bagi target audiensi dan pemangku kepentingan lainnya.

DAMPAK MASYARAKAT

Beberapa jalur bisa membantu atau justru merugikan masyarakat lokal dibanding jalur lainnya. Misalnya, beberapa jalur dapat menghasilkan manfaat ekonomi seperti penghematan biaya bagi petani yang menerapkan praktik pengelolaan pupuk atau peluang dalam penangkapan ikan yang berkelanjutan dari restorasi mangrove. Anda mungkin ingin memprioritaskan jalur berdasarkan potensi manfaat bagi masyarakat lokal. Sadarilah, bahwa pencapaian dan distribusi manfaat yang adil bergantung pada konstruksi analisis yang cermat dan implementasi selanjutnya.

KETERSEDIAAN INFORMASI

Mungkin ada jalur yang berpotensi mitigasi yang tinggi, tetap informasinya kurang memadai untuk dilanjutkan. Pada titik tersebut, Anda harus mempertimbangkan apakah yang terbaik adalah melanjutkan dengan jalur lain yang datanya tersedia, atau tetap bertahan dengan mengisi celah data penting dengan penelitian primer tambahan - dan apakah mengisi celah data tersebut masih dalam horison studi Anda.

Melindungi

3,9
Gt CO₂e

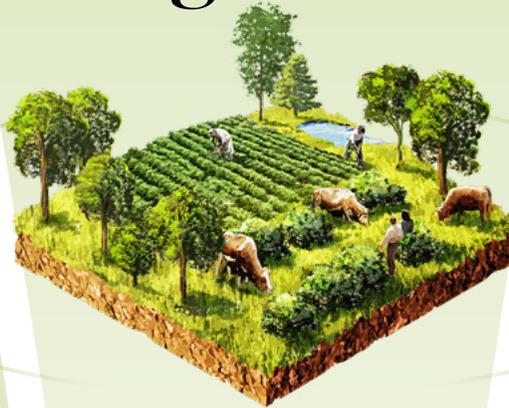


Melindungi sistem alam merupakan bentuk mitigasi NCS yang paling efisien. Jika kita tidak melindungi bentang alam secara utuh, kerusakannya akan lebih besar daripada pekerjaan untuk mengelola dan merestorasi.

Urutan paling disukai hingga tidak disukai

Pengelolaan

5,1
Gt CO₂e



Meningkatkan praktik-praktik terbaik di sektor kehutanan, pertanian dan penggembalaan dapat mengurangi emisi secara signifikan tanpa mengubah penggunaan lahan.

Merestorasi

2,0
Gt CO₂e



Merestorasi hutan, lahan basah, dan padang rumput biasanya terjadi secara perlahan dan mahal. Namun juga memberikan manfaat yang penting.

Gambar 5. Hierarki mitigasi yang diaplikasikan ke NCS, menekankan perlindungan sistem secara utuh

HIERARKI MITIGASI

Penting untuk mengurangi bahaya semaksimal mungkin sebelum mengambil langkah-langkah untuk mengatasi sisa kerugian yang tidak terhindarkan. Saat diterapkan pada NCS, hierarki mitigasi berarti secara berurutan mempertimbangkan opsi untuk: 1) secara drastis mengurangi emisi GRK dari sektor energi, industri, dan transportasi, 2) melindungi lahan alami yang utuh, 3) meningkatkan manajemen pekerjaan, dan 4) memulihkan lahan alami yang terdegradasi atau dikonversi. Aksi-aksi tersebut dapat dan harus diterapkan secara bersamaan; hierarki mitigasi hanya menekankan pada pengurangan kerugian. Hierarki ini membantu mengoptimalkan investasi dalam memastikan mitigasi setinggi mungkin dapat tercapai dengan waktu dan sumber daya yang ada. Misalnya, jika negara Anda mengalami tingkat konversi hutan yang tinggi, restorasi hutan mungkin bukan fokus area terbaik jika tidak ada tindakan besar-besaran yang diambil untuk mengurangi konversi hutan tersebut. Lantaran konversi akan merusak upaya restorasi.

SEKTOR

Pertimbangan analitis dan kebijakan dapat diperamping jika Anda melihat secara komprehensif pada satu sektor, seperti kehutanan atau pertanian, atau kompromi di antara dua sektor; seperti dampak perluasan pertanian pada konversi padang rumput. Namun, berhati-hatilah untuk mengetahui, dan jika mungkin memperhitungkan, setiap interaksi dengan sektor yang dipilih untuk tidak disertakan secara langsung dalam analisis.

RELEVANSI SOSIAL ATAU KEBIJAKAN

Beberapa jalur mungkin lebih layak atau kurang layak untuk diterapkan di suatu negara, tergantung pada faktor sosial atau budaya dan kerangka kerja kebijakan yang ada. Misalnya, penanaman pohon di lahan pertanian di Kolombia sejalan dengan tradisi sosial dan budaya. Memilih jalur yang lebih mudah dilaksanakan atau yang menarik bagi para pembuat keputusan, mungkin adalah yang paling masuk akal dilakukan. Di sisi lain, advokasi dapat juga dilakukan bagi jalur NCS yang berpotensi mitigasi tinggi, tapi dipandang kurang layak secara politis atau diabaikan begitu saja, seperti karbon tanah dalam sistem mangrove di Indonesia, dengan menyertakannya ke dalam asesmen Anda.

KAPASITAS STAF

Meskipun mitra sangat penting untuk semua asesmen NCS, menggunakan keahlian internal untuk bagian analisis yang paling memakan waktu dan untuk mengelola proyek, akan lebih efisien. Jadi sebaiknya fokuslah pada topik yang sudah pernah tim Anda kerjakan. Jika ingin merekrut atau mengontrak ahli dari luar, sebaiknya mencari peneliti yang sangat berpengaruh di bidang tertentu. Penting untuk menyertakan peneliti lokal yang paling memahami kegiatan yang sedang dipertimbangkan dan berpotensi memberi dampak sosial dan ekologi. Melibatkan peneliti muda, seperti mahasiswa dan peneliti pasca doktoral, dapat membangun kapasitas yang dibutuhkan dan mendukung penelitian serta tujuan karir mereka.

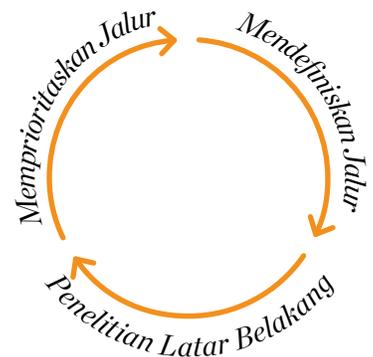


Diego Lizcano Photographs Lanskap Sungai Caguan di Kolombia, Amazon. © Diego Lizcano/TNC

Mendefinisikan Jalur

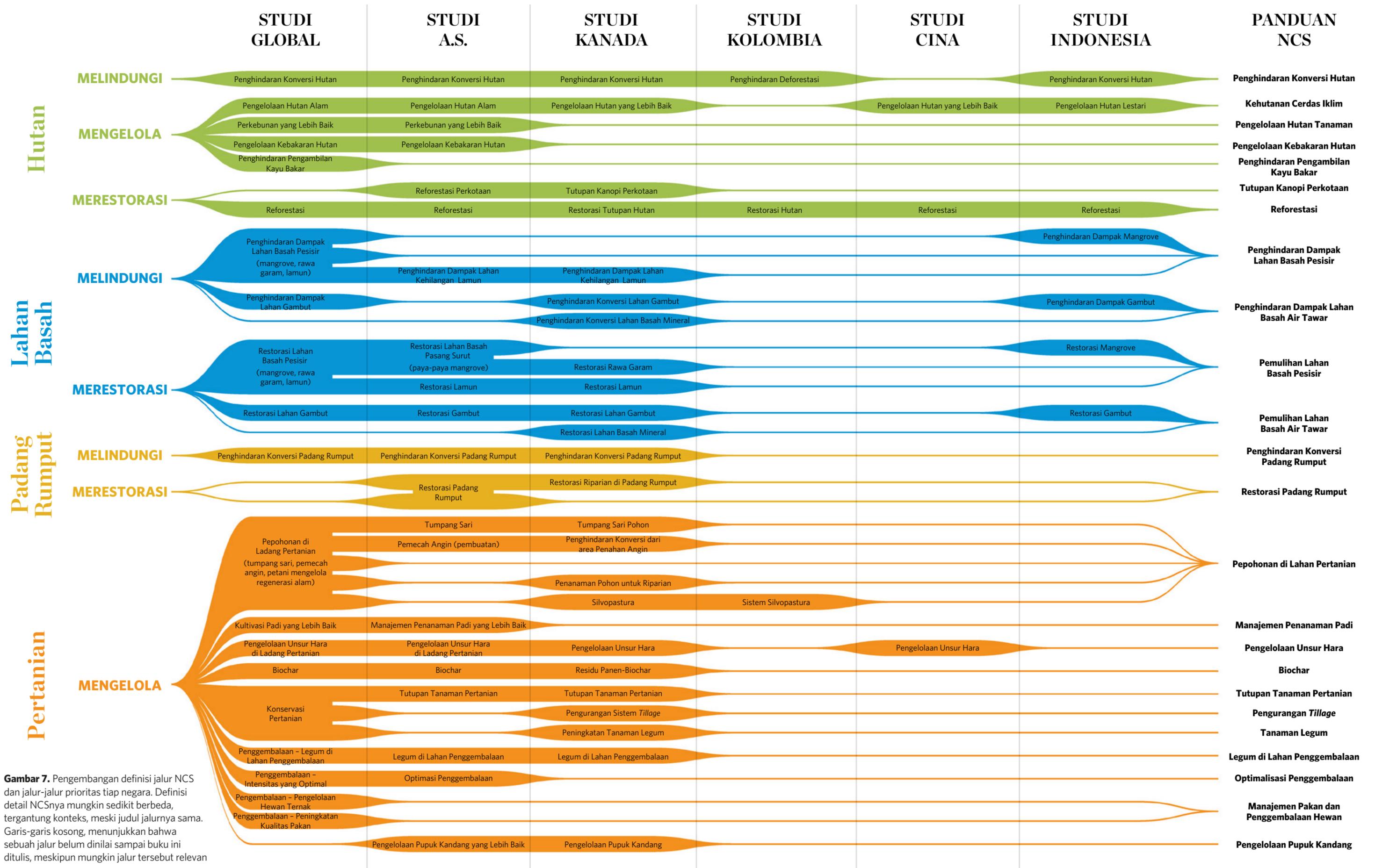
Idealnya, Anda akan memilih jalur NCS dari daftar di Bagian I (*lihat halaman 14-18*). Konsistensi definisi NCS di seluruh studi membantu memajukan NCS sebagai gerakan global dan memfasilitasi transparansi dan akuntabilitas di seluruh negara. Namun, dalam beberapa kasus, menambah atau menyesuaikan jalur sebaiknya dilakukan agar sesuai dengan konteks lokal. Jika Anda menambah atau mengubah jalur, pastikan perubahan ditentukan dengan jelas dan memenuhi kriteria berikut.

Gambar 6. Pelingkupan yang sesuai untuk sebuah asesmen NSC adalah sebuah proses berulang-ulang



Suatu jalur NCS harus:

- *Terukur.*
- *Lacaklah peluang mitigasi tambahan di luar baseline.*
- *Menghindari penghitungan ganda dengan jalur lain (lihat Menentukan Keluasan, halaman 34).*
- *Memelihara produksi pangan dan serat.*
- *Menghindari konsekuensi negatif terhadap keanekaragaman hayati dan manusia.*



Gambar 7. Pengembangan definisi jalur NCS dan jalur-jalur prioritas tiap negara. Definisi detail NCSnya mungkin sedikit berbeda, tergantung konteks, meski judul jalurnya sama. Garis-garis kosong, menunjukkan bahwa sebuah jalur belum dinilai sampai buku ini ditulis, meskipun mungkin jalur tersebut relevan

Menjalankan Penelitian Latar Belakang

TINJAUAN PUSTAKA

Seperti halnya upaya penelitian apapun, dimulai dengan tinjauan pustaka yang akan mengidentifikasi informasi terbaik yang tersedia dan menghindari duplikasi asesmen. Hal ini juga dapat membantu mengidentifikasi calon pemegang hak dan pemangku kepentingan lainnya yang perlu diajak konsultasi. Selain literatur akademik yang dicetak, sumber informasi lain mungkin berguna, termasuk: portal untuk melihat data daring tentang; laporan pemerintah, nirlaba, dan entitas sektor swasta; dan inventarisasi gas rumah kaca nasional atau sub-nasional, rencana penggunaan lahan, dan skema subsidi pertanian. Selama melakukan peninjauan ini, Anda dapat mengidentifikasi tahun target yang relevan dengan kebijakan yang akan digunakan untuk menyusun asesmen (lihat “Memilih Horison Waktu,” halaman 41).

TINJAUAN KEBIJAKAN PUBLIK

Selanjutnya, kami menyarankan Anda untuk meninjau kebijakan publik yang ada di lokasi NCS, meneliti motivasi, target, metrik, dan sumber data yang mendasari kebijakan tersebut. Banyak negara telah memiliki kebijakan yang relevan dengan NCS seperti: bertujuan untuk mengurangi deforestasi, mempromosikan restorasi ekosistem alami dan kawasan terdegradasi, atau menetapkan harga

karbon yang mendukung aksi dalam penyerapan atau penghindaran emisi CO₂. Jenis kebijakan ini biasanya merupakan hasil dari upaya bersama antara legislator dan badan pemerintah lainnya, yang dapat meningkatkan kemungkinan implementasi NCS di lapangan^[16]. Jika informasi kebijakan publik diperoleh, pertimbangkan juga kebijakan sub-nasional dan peraturan tata guna lahan tradisional dan adat, terutama yang berdampak pada kelompok adat atau masyarakat yang terpinggirkan.

Contoh-contoh instrumen kebijakan nasional yang bisa jadi pertimbangan, antara lain^[16]:

- *Dokumen NDC dan Komunikasi Nasional dengan UNFCCC*
- *Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) pada UNFCCC^[17]*
- *Kebijakan dan undang-undang perubahan iklim nasional*
- *Strategi REDD+^[18]*
- *Komitmen internasional seperti Bonn Challenge dan National Biodiversity Strategy and Action Plans (NBSAPs) pada United Nations Convention on Biological Diversity*
- *National Adaptation Plan (NAP)*
- *Peraturan tentang perdagangan karbon*
- *Strategi pembangunan rendah karbon*
- *Pendekatan perencanaan penggunaan lahan*
- *Rencana kawasan lindung*

Kebijakan Iklim Nasional yang Diperlukan

Pada tahun 2018, 157 negara telah menetapkan target pengurangan emisi ekonomi yang luas dalam NDC mereka, tetapi hanya 58 yang telah mengodifikasi target tersebut dalam undang-undang atau kebijakan nasional, dan 17 negara saja yang telah memberlakukan undang-undang atau kebijakan nasional yang secara langsung konsisten dengan target yang ditetapkan dalam NDC mereka^[3]. Situasi ini menunjukkan bahwa ada ruang untuk meningkatkan koherensi antara kebijakan domestik dan NDC internasional. Keduanya memiliki ruang lingkup tumpang tindih yang signifikan, yang ketika diselaraskan, bisa memperkuat dan memperdalam dampak kolektif mereka. Sudah terlihat tanda-tanda bahwa target NDC baru dan yang diperbarui pada tahun 2020 memasukkan lebih banyak data NCS, dan integrasi kebijakan nasional dan internasional yang lebih baik^[4].

PERTEMUAN AHLI DAN PEMANGKU KEPENTINGAN

Sangatlah penting untuk melibatkan beragam pemangku kepentingan dan pakar pada tahap paling awal dalam menyusun asesmen NCS Anda^[8]. Dengan melakukan percakapan dengan kelompok-kelompok ini, Anda akan dapat mengidentifikasi kebutuhan mereka dan rencana mitigasi strategis yang ada, serta

potensi hambatan dan peluang untuk implementasi NCS. Pemangku kepentingan dapat mencakup peneliti dari sektor publik, swasta, nirlaba, atau akademik; ahli kebijakan dan pengambil keputusan; pemegang hak seperti perwakilan dari masyarakat adat dan masyarakat lokal lainnya; dan advokat pemuda.

Di dalam pemerintahan, berbagai kementerian atau lembaga mungkin bertanggung jawab atas aksi terkait kebijakan dan pelaksanaan NCS, termasuk kementerian kehutanan, sumber daya alam, lingkungan, perubahan iklim, pertanian, peternakan, perikanan, ekonomi, dan/atau keuangan; sektor pemerintah yang bertanggung jawab atas negosiasi iklim; dan pemerintah sub-nasional dan lokal. Karena koordinasi kementerian diperlukan untuk memastikan potensi NCS tercapai di lintas sektor. Penting untuk mengundang keterlibatan dari berbagai kelompok pemerintah yang bisa bertanggung jawab atas peluncuran NCS untuk memastikan bahwa asesmen akan diserap oleh khalayak sasaran. Dengan membuat koneksi kepada sektor pemerintah yang relevan, Anda akan dapat membuka percakapan lebih lanjut tentang tantangan dan kemajuan yang dicapai selama implementasi NCS^[16].

Kelompok lain akan membawa perspektif yang berbeda. Perwakilan sektor swasta bisa saja lebih tertarik berinvestasi di NCS demi memenuhi tujuan netralitas iklim atau tujuan keberlanjutan atau mengimbangi emisi yang tidak dapat dihindari. Sementara peneliti akademis akan lebih fokus pada mengidentifikasi informasi dan model terbaik yang tersedia untuk menilai potensi mitigasi dan manfaat tambahan NCS. Pendukung masyarakat mungkin lebih tertarik pada manfaat tambahan budaya, kesehatan, atau mata pencaharian atau dalam menangani sejarah ketidakadilan. Terlibat dengan

beragam perspektif ini penting dilakukan dan perlu diingat bahwa keputusan yang dibuat saat menyusun asesmen mungkin berimplikasi di dunia nyata yang memengaruhi kelompok pemangku kepentingan dengan cara yang berbeda. Proses pembuatan kebijakan seringkali menantang untuk diarahkan,

terutama bagi kelompok yang terpinggirkan. Dengan menyertakan berbagai kelompok pemangku kepentingan dalam proses analitis, Anda dapat membantu memastikan bahwa perspektif tersebut diintegrasikan ke dalam temuan yang dibagikan kepada para pembuat keputusan.

Menyelenggarakan Lokakarya NCS

Kami menemukan bahwa, setelah beberapa perencanaan awal dan penelitian latar belakang, mengadakan lokakarya pembuka selama 2 atau 3 hari sangatlah berguna. Bertemu dengan 20-30 perwakilan kunci dapat membantu Anda mengumpulkan informasi tambahan, mendiskusikan poin-poin keputusan yang diidentifikasi dalam panduan ini, dan melibatkan peneliti dalam melakukan asesmen. Selain menawarkan kepakaran, para ahli ini dan pemangku kepentingan lainnya juga dapat menjadi pelantang dalam menyebarkan asesmen NCS yang dihasilkan dan menerapkan strategi mitigasi.

Misalnya, tim di Indonesia bermitra dengan badan penelitian Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk menyelenggarakan lokakarya dalam mensosialisasikan konsep NCS dan mengidentifikasi jalur prioritas utama untuk dalam nasional. Dengan melibatkan sejumlah besar pemangku kepentingan dalam proses ini, tim memperoleh dukungan tingkat tinggi dari pihak-pihak yang berpengaruh, yang selanjutnya diperkuat dengan keterlibatan yang berkesinambungan setelah lokakarya untuk memastikan keselarasan yang berkelanjutan.

3. Merakit Kumpulan Data





3.

Peternakan Powderhorn, salah satu dari sedikit kawasan luas yang tersisa, yang terdiri Prairi pesisir dan lahan basah yang asli dan utuh di Pesisir Texas, A.S. © Jerod Foster/TNC

Setelah Anda mengidentifikasi jalur untuk analisis dan familier dengan penelitian, kebijakan, dan pemangku kepentingan terkait, langkah selanjutnya adalah mengompilasi kumpulan data yang diperlukan untuk menghitung potensi mitigasi dari setiap jalur NCS.

Saat mencari kumpulan data, tempat yang baik untuk memulai adalah dengan [Accelerating Climate Ambition and Impact: Toolkit for Mainstreaming Nature-Based Solutions into Nationally Determined Contributions^{\[19\]}](#) diterbitkan oleh United Nations Development Programme. Lihat juga *Apendiks: Sumber Tambahan*. Apakah Anda menggunakan data global, nasional, atau lokal, topik di bawah ini harus dibahas dalam setiap asesmen NCS. Fase ini mungkin memakan waktu paling lama, dan cenderung berulang karena ruang lingkup analisis mungkin perlu disesuaikan ketika informasi baru diintegrasikan.

Menetapkan Baseline

Agar NCS dihitung sebagai mitigasi iklim, NCS harus menyerap lebih banyak karbon, atau mengurangi lebih banyak emisi GRK, dibandingkan dengan skenario dasar. *Baseline* ini mengkuantifikasi seperti apa emisi dan/atau serapan karbon jika tidak ada tindakan mitigasi tambahan yang diambil. Dalam beberapa kasus, kompleksitas atau kekurangan data akan

mempersulit upaya dalam memperkirakan *baseline* secara akurat, Namun demikian, ini merupakan langkah penting yang harus dipertimbangkan dengan cermat. Saat menetapkan *baseline* untuk negara atau wilayah Anda, ingatlah hal-hal berikut ini:

Data harus terbaru. Menetapkan *baseline* yang akurat membutuhkan data yang relatif baru (dari 10 tahun terakhir atau lebih) karena data yang lebih lama mungkin tidak lagi mencerminkan kondisi saat ini. Jika Anda kekurangan data nasional terbaru, Anda dapat mempertimbangkan untuk menggunakan data global sebagai alternatif.

Data harus mencakup beberapa tahun. Penting untuk melihat emisi di beberapa tahun terakhir untuk memperhitungkan variasi dari tahun ke tahun. Misalnya, data terbaru yang tersedia mungkin berasal dari tahun dengan emisi tertinggi atau terendah dibandingkan dengan rata-rata (misalnya, karena badai tropis, ledakan pembangunan, pandemi global, dll.). Menggunakan data dari beberapa tahun akan memungkinkan Anda menghitung rata-rata tahunan yang akan memperhalus pencilaan. Jika ada tren naik atau turun yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, Anda juga sebaiknya membuat *baseline* yang mencerminkan tren tersebut. Dalam banyak kasus, lebih baik untuk menggunakan data sekitar 10 tahun.

Jadikan sederhana. Terkadang orang menggunakan model yang canggih untuk mencoba memprediksi *baseline* masa depan, tetapi penelitian telah menunjukkan bahwa model prediksi yang canggih dapat meleset dari sasaran ^[20]. Menurut kami, secara umum, yang paling dapat memprediksi tren masa depan dan lebih mudah dipahami adalah data historis. Karena itu, meningkatkan perkiraan *baseline* di masa depan dapat dilakukan

dengan mengetahui wawasan tambahan rencana masa depan negara Anda. Misalnya, Anda dapat memperhitungkan proyek infrastruktur besar yang sudah direncanakan (seperti, fasilitas ekstraksi kilang minyak baru yang akan mengakibatkan hilangnya hutan atau lahan gambut).

Fokus pada tindakan manusia saja. Fluks GRK yang berada di luar kendali manusia tidak boleh digunakan sebagai acuan dalam asesmen NCS. Misalnya, di Kanada, sebagian besar kehilangan tutupan hutan terjadi di lokasi terpencil karena kebakaran hutan dan gangguan serangga. Kecuali jika manusia dapat melakukan sesuatu untuk mengurangi gangguan alam tersebut, Anda tidak perlu memasukkannya ke dalam *baseline*. Sebaliknya, fokusnya pada kawasan hutan yang dikonversi menjadi penggunaan lahan lain atau terpengaruh oleh campur tangan manusia.

Mitigasi yang ada dan berkelanjutan dihitung sebagai *baseline*. Penting untuk diketahui bahwa kondisi tata kelola yang ada dan upaya untuk melindungi, mengelola, atau memulihkan lahan alami harus dimasukkan dalam *baseline*. Misalnya, jika penanaman pohon setelah tebang-habis sudah diwajibkan oleh undang-undang dan undang-undang tersebut secara umum ditegakkan, maka tindakan penanaman pohon ini tidak akan dianggap sebagai mitigasi tambahan di bawah kerangka NCS. Di sisi lain, mungkin ada situasi di mana sejarahnya upaya-upaya mitigasi tidak boleh dimasukkan dalam *baseline*, jika tidak ada jaminan keberlanjutan (misalnya, proyek pembangunan internasional, investasi dari filantropis, atau program pemerintah di bawah rezim politik tertentu). Contoh di dunia nyata dapat dilihat dari bagaimana investasi berfluktuasi dari waktu ke waktu di AS dengan Program Cagar Konservasi Departemen Pertanian dan di Kanada dengan program pembuatan penahan angin.

Menentukan Luasan Jalur NCS

Setelah *baseline* dibuat, Anda dapat mulai mengukur tindakan mitigasi NCS. Langkah pertama untuk melakukannya adalah mengidentifikasi **luasan peluang**. Pada beberapa jalur, luasannya adalah luas lahan di mana NCS diterapkan, biasanya diukur dalam hektare (ha). Untuk yang lain, didasarkan pada metrik nonarea (misalnya, jalur *pengelolaan pupuk kandang* yang diukur dalam skala kepala sapi).

Saat mengidentifikasi area lahan yang relevan, **sebaiknya buatlah peta** untuk mengarahkan implementasi NCS ke lokasi yang tepat dan untuk melibatkan para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan lokal (semua orang menyukai peta!). Namun, peta yang terperinci membutuhkan waktu, sumber daya, dan data untuk dibuat. Demikian pula, Anda mungkin tidak tahu sejauh mana potensi ekosistem tertentu, seperti saat lahan gambut dikeringkan ratusan tahun lalu. Jika Anda tidak dapat mengembangkan peta, Anda dapat menggunakan informasi nonspasial untuk mengidentifikasi dan mengukur potensi lahan NCS, seperti **data dalam format tabel** tentang bagaimana tutupan hutan telah berubah seiring waktu.

Membuat peta atau tidak, **pastikan untuk tidak menghitung dua kali fluks pada beberapa jalur di area yang sama**. Misalnya, peluang untuk menghindari konversi lahan gambut berhutan menjadi lahan pertanian yang dikeringkan dapat terjadi di jalur *penghindaran dampak lahan basah air tawar* atau jalur *penghindaran konversi hutan*, atau bukan keduanya. Estimasi mitigasi, yang

akan mempertimbangkan karbon biomassa dan berbagai fluks GRK, tetap sama - hanya masalah di mana ia dihitung. Perhatikan bahwa beberapa jalur dapat tumpang tindih secara spasial tanpa perhitungan ganda. Misalnya, praktik *optimalisasi penggembalaan* dan penanaman *legum di padang penggembalaan* dan keduanya dapat dilaksanakan di lahan yang sama. Biasanya, **jika jalur lahan basah merupakan pilihan untuk area tertentu, kami sarankan untuk menghitungnya** karena lahan basah dapat memiliki fluks GRK tambahan (misalnya, metana) dan kondisi tanah yang berbeda dibandingkan dengan sistem lain. Anda juga dapat membuat keputusan berdasarkan biaya. Misalnya, untuk area padang rumput dengan produktivitas rendah, opsi NCS dapat mencakup *reforestasi* atau *pengoptimalan penggembalaan*. Karena *reforestasi* mungkin lebih mahal untuk diterapkan, Anda dapat memilih untuk mengalokasikan area tersebut untuk *pengoptimalan penggembalaan*.

Secara umum, tujuan langkah ini adalah untuk mengidentifikasi peluang maksimum biofisik - luasan terbesar atau tingkat yang tersedia untuk intervensi NCS. Untuk meningkatkan relevansi kebijakan, Anda dapat memilih untuk lebih **menyempurnakan biofisik maksimum berdasarkan kriteria tambahan** seperti biaya atau kelayakan. Misalnya, dalam asesmen NCS Kanada, kami membatasi area penanaman pohon pada lokasi berjarak 1 km dari jalan raya, dengan asumsi bahwa akan terlalu melelahkan dan mahal untuk menanam lebih jauh dari jalan^[15]. Bergantung pada apakah jalur NCS yang sedang dipertimbangkan terkait dengan perlindungan, pengelolaan yang lebih baik, atau restorasi, Anda akan menggunakan metode yang berbeda untuk mengidentifikasi luasan peluang yang ada.

JALUR PERLINDUNGAN

Jalur perlindungan mencegah degradasi atau hilangnya ekosistem. Untuk mengukur luasan secara tepat, diperlukan dua sumber informasi utama: **1) Di mana lokasi ekosistem? 2) Bagian mana dari ekosistem tersebut yang terancam oleh gangguan atau konversi ke penggunaan lahan lain?** Pertanyaan kedua ini sangat penting; kesalahan umum dalam perencanaan mitigasi adalah memprioritaskan area yang menyimpan karbon dalam jumlah besar tanpa menanyakan apakah area tersebut berisiko dari aktivitas manusia. Meskipun kawasan tersebut mungkin penting untuk dilindungi karena keanekaragaman hayati atau alasan lain, tanpa memperhitungkan *penambahan* yang tepat dengan cara ini, mitigasi perubahan iklim tidak dapat diklaim secara sah.

Mengidentifikasi lokasi yang kemungkinan besar terancam dapat menjadi tantangan. Jika tidak jelas di mana perlindungan dibutuhkan, sebaiknya lihat tren historis. Dalam beberapa kasus, data spasial tersedia melalui mekanisme pengawasan tingkat nasional atau perangkat skala global seperti Global Forest Watch. Dalam kasus lain, Anda mungkin mengandalkan data aspasi. Misalnya, jika Anda mengetahui rata-rata luas gangguan pada lahan gambut selama sepuluh tahun terakhir, Anda dapat menggunakan data rata-rata tersebut untuk memprediksi luasan potensi gangguan yang harus dihindari di masa mendatang. Jenis penghitungan ini dapat menyulitkan untuk memetakan jalur perlindungan secara spasial, tetapi Anda mungkin dapat mengidentifikasi lokasi sub-nasional (misalnya, negara bagian, provinsi, atau kabupaten) dengan tingkat riwayat gangguan yang lebih tinggi dan dengan demikian tingkat potensi mitigasi yang lebih tinggi.

Karena jalur perlindungan menyertakan ancaman, luasannya umumnya dinyatakan dalam *laju* perkiraan kerugian, biasanya dalam hektare yang hilang per tahun. Hal ini kontras dengan jalur restorasi, yang umumnya menyatakan luasan dalam *total* potensi area yang direstorasi (ha).

Kapan hutan disebut hutan?

Pastikan untuk mendefinisikan dengan jelas bagaimana Anda mengkategorikan jenis tutupan lahan. Tiap negara-negara berbeda dalam yang mereka anggap sebagai "hutan." Beberapa negara menganggap hutan sebagai lokasi yang lebih besar dari ukuran tertentu (misalnya 0,5 ha) yang memiliki setidaknya proporsi tutupan pohon tertentu (misalnya, 10% atau 25%) ^[21]. Kumpulan data global sering menggunakan ambang 25-30% tutupan pohon. Pastikan untuk menggunakan ambang batas yang relevan dengan tujuan, audiensi, dan data yang digunakan. **Ambang apa pun yang Anda pilih, gunakan itu di sepanjang asesmen Anda.**

Kapan lahan basah disebut lahan basah?

Pastikan untuk mendefinisikan lahan basah Anda dengan jelas; banyak orang menggunakan jenis tanah (misalnya histosol) untuk menggambarkan lahan basah.

3.

MENGELOLA JALUR

Mengelola jalur meningkatkan manajemen lahan produktif dengan cara menawarkan mitigasi iklim sambil mempertahankan produksi komoditas^[22,23]. Seperti halnya jalur perlindungan dan restorasi, luasan untuk banyak jalur pengelolaan dinyatakan dalam luas lahan tempat praktik tersebut diterapkan — tetapi metrik lain dapat digunakan. Misalnya, jalur *pengelolaan unsur hara* didasarkan pada jumlah pupuk yang diberikan ke lahan. Meskipun tidak mungkin untuk mengembangkan peta spasial rinci dari potensi ini, Anda harus dapat memperkirakan sejauh mana metrik yang relevan dengan jalur tersebut.

Padang rumput bersifat politis

Beberapa jalur pengelolaan meliputi strategi yang terkait dengan penggembalaan ternak. Namun, IPCC dan lainnya menyoroti potensi mitigasi iklim yang sangat besar dari masyarakat yang beralih ke pola makan nabati, yang akan membebaskan lahan penggembalaan untuk restorasi dan mengurangi emisi langsung dari peternakan serta emisi tidak langsung dari deforestasi skala luas yang terkait dengan konversi hutan menjadi lahan penggembalaan^[24,25,26]. Untuk alasan ini, kami menganggap beberapa lahan penggembalaan memenuhi syarat untuk restorasi. Akan tetapi, situasi ini mungkin tidak layak secara politik atau sosial di lokasi Anda, jadi gunakan asesmen terbaik tentang bagaimana memperlakukan lahan penggembalaan dalam analisis.

JALUR-JALUR RESTORASI

Jalur-jalur restorasi meningkatkan luas lahan atau fungsi kawasan alami yang telah terdegradasi atau dikonversi dari keadaan historisnya^[2]. NCS hanya mencakup aktivitas yang memulihkan tutupan lahan historis. Misalnya, kami tidak akan memasukkan penanaman pohon di padang rumput asli. Penanaman pohon di sistem padang rumput seringkali tidak berhasil, dapat mengurangi keanekaragaman hayati, dan dapat memengaruhi karbon tanah yang merugikan.

Untuk mengukur luasnya potensi jalur-jalur ini, Anda perlu mengetahui **di mana setiap tutupan lahan akan terjadi secara alami tanpa adanya gangguan manusia**. Jika Anda tidak mengetahui luasan alamiah ekosistem tertentu, misalnya jika padang lamun sudah lama hilang sebelum pemetaan dilakukan, Anda dapat mempertimbangkan untuk menggunakan peta ekosistem untuk mengembangkan sebuah proxy.

Selanjutnya, Anda perlu mengetahui **sejauh mana ekosistem asli yang masih relevan saat ini**. Dengan mengurangi luasan saat ini dari luasan historis kawasan alami akan menghasilkan estimasi luasan yang telah dikonversi manusia. Anda dapat memetakan lokasi-lokasi tersebut atau hanya memiliki estimasi spasial. Selanjutnya, Anda mungkin ingin menghapus lokasi yang kemungkinan tidak akan direstorasi, seperti daerah perkotaan (kecuali jika Anda mempertimbangkan *tutupan kanopi perkotaan*), lahan pertanian produktif, perairan terbuka atau es, puncak gunung, dll. Luasan yang tersisa mewakili area maksimum yang dapat dipertimbangkan untuk restorasi. Seperti disebutkan di atas, sebaiknya Anda memfilter lebih lanjut area ini untuk menemukan lokasi yang lebih layak, seperti yang berbiaya lebih rendah, lebih mudah diakses, atau menawarkan lebih banyak manfaat tambahan.

Karena jalur restorasi berlaku untuk skenario lahan yang dapat direstorasi di masa depan, maka umumnya luasan dinyatakan dalam *total* potensi area yang direstorasi, biasanya

dalam hektare. Hal ini kontras dengan jalur perlindungan NCS, yang umumnya menyatakan luas dalam hal perkiraan *laju* kehilangan (hektare hilang per tahun).

Tips Reforestasi

- Pilih ambang tutupan pohon yang akan menandai transisi ke hutan (*lihat “Kapan hutan disebut hutan?”, halaman 35*).
 - Periksa kembali apakah tanah tersebut secara historis kawasan berhutan dan bukan ekosistem lain (misalnya, padang rumput). Menentukan apa yang dianggap “kawasan berhutan secara historis” tidak selalu mudah. Ini tergantung pada kerangka waktu yang dipilih, dan dalam beberapa kasus apakah kawasan tersebut bertujuan dibakar dan praktik pengelolaan lainnya oleh Penduduk Asli setempat dalam kurun waktu yang lama.
- Kami merekomendasikan untuk mendasarkan keputusan pada data yang tersedia dalam jangka waktu terkait dan isu yang dibahas pemangku kepentingan. Terapkan ini secara konsisten di seluruh asesmen NCS Anda.
- Hindari daerah yang tidak layak atau tidak diinginkan untuk hutan baru (misalnya, lahan pertanian produktif).
 - Memprioritaskan keragaman spesies asli daripada spesies nonasli atau monokultur.
 - Ingatlah bahwa hutan tumbuh perlahan dan area yang sesuai untuk hutan sedang mengalami peralihan karena iklim yang memanas. Prioritaskan kawasan yang cenderung stabil untuk hutan dalam jangka panjang.

3.



Seorang perempuan memegang bibit kayu di Kalimantan Timur, Indonesia. © Nick Hall/TNC

Menghitung Fluks Gas Rumah Kaca

Selain luasan, penting juga untuk memperkirakan bagaimana NCS mengubah transfer, atau “fluks,” GRK antara tanah dan atmosfer. GRK yang relevan dengan NCS termasuk karbon dioksida (CO₂), gas nitrogen (terutama N₂O), dan metana (CH₄). Tergantung pada jalurnya, satu atau semua gas ini mungkin relevan. Biasanya, kami memperkirakan fluks dengan menyusun estimasi terbaik yang tersedia dari literatur.

Untuk memungkinkan perbandingan lintas jalur, kami merekomendasikan untuk mengubah semua GRK menjadi **karbon dioksida ekuivalen** (CO₂e). Konversi membutuhkan penggandaan GRK dengan faktor konversi yang disepakati dan distandarisasi oleh komunitas ilmiah. Asesmen

+1 untuk Bumi

Untuk melacak fluks arah mana yang sedang ditransfer dalam persamaan analitik Anda, kami menggunakan notasi positif (+) untuk menunjukkan peningkatan serapan karbon atau pengurangan emisi (yaitu, untuk menunjukkan penyimpanan tambahan di sektor lahan). Namun, Anda mungkin menemui peneliti lain yang menunjukkan nilai fluks dari perspektif atmosfer, menggunakan nilai negatif (-) untuk menunjukkan peningkatan serapan atau pengurangan emisi. Keduanya boleh-boleh saja, selama Anda konsisten selama asesmen. Pastikan semua orang di tim Anda menggunakan konvensi tanda yang sama!

NCS umumnya menggunakan faktor konversi berikut, berdasarkan kurun waktu 100 tahun, dari Neubauer & Megonigal (2015)^[27]:

Mengonversi GRK ke CO₂e

Gas	Jangka waktu (tahun)	Sustained-Flux Global Warming Potentials (SGWP)
CO ₂	Berapa pun	1
CH ₄	100	45
N ₂ O	100	270

Misalnya, untuk mengubah 10 metrik ton CH₄ menjadi CO₂e, kalikan dengan 45 untuk mendapatkan 450 metrik ton CO₂e. Dalam beberapa kasus, terutama untuk jalur NCS pertanian, penggunaan GWP*^[28,29] yang memperhitungkan polutan iklim berumur pendek sebagai denyut nadi, sebaiknya dipertimbangkan. Apa pun faktor konversi yang Anda gunakan, pastikan untuk mengutipnya di semua laporan asesmen NCS, dan lacak unit satuannya dengan cermat. Akan sangat membantu untuk juga memberikan estimasi dalam unit aslinya sehingga mudah untuk mengkonversi bolak-balik antara CO₂e dan GRK spesifik sesuai kebutuhan.

Untuk **jalur-jalur perlindungan NCS**, fluks utama adalah penghindaran emisi dengan mencegah konversi atau degradasi berkelanjutan. Misalnya, fluks yang terkait dengan *penghindaran konversi hutan* termasuk stok karbon yang hilang karena gangguan di vegetasi dan tanah (biasanya dinyatakan dalam satuan metrik ton karbon per hektar, diwakili sebagai t C/ha atau Mg C ha⁻¹). Secara teoritis Anda dapat menjelaskan hilangnya kemampuan sistem untuk menyerap lebih banyak karbon di masa depan, tetapi lebih konservatif (dan lebih sederhana) untuk mengecualikan ketidakpastian yang diberikan seputar dampak iklim di masa depan pada ekosistem (*lihat “Mempertimbangkan Umpan Balik Iklim” di halaman 32*). Untuk **jalur**



Pemandangan senja di Hutan Kalimantan Timur, Indonesia, tepatnya di kawasan sekitar Sungai Lesan yang menjadi tempat survei orang utan. © Mark Godfrey/TNC

3.

pengelolaan, fluks adalah peningkatan serapan atau pengurangan emisi karena praktik manajemen yang lebih baik dibandingkan dengan skenario *baseline*. Untuk **jalur restorasi**, nilai fluks terbesar seringkali disebabkan oleh serapan tambahan GRK di vegetasi dan tanah (biasanya dinyatakan dalam unit metrik ton karbon yang diserap per hektar per tahun, diwakili sebagai $t\ C/ha/tahun$ atau $Mg\ C\ ha^{-1}\ thn^{-1}$), tetapi

restorasi juga dapat membantu menghindari emisi yang berasal dari ekosistem yang terdegradasi. Misalnya, ketika lahan gambut dikeringkan, dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk sepenuhnya terdegradasi (atau terkonversi) dan mereka akan mengeluarkan GRK selama kurun waktu ini. Oleh karena itu, pemulihan hidrologi lahan gambut meningkatkan serapan karbon sekaligus mencegah emisi.

Bukan Hanya Karbon

Kami merekomendasikan untuk tidak menggunakan “karbon” sebagai singkatan dari CO_2 atau CO_2e , karena beberapa analisis mungkin menggunakan karbon (C) sebagai unit ukuran sebenarnya, terutama untuk stok ekosistem. Kesalahan sering terjadi, dan berdampak, karena

satu ton karbon sama dengan ~ 3,67 ton karbon dioksida. **Gunakan formula $CO_2e = C*(44/12)$ saat mengonversi unit antara C dan CO_2e** untuk mencerminkan perbedaan antara berat atom CO_2 (44 unit massa atom) dan C (12 unit massa atom). Apapun notasi yang Anda gunakan, selalu jelaskan unit yang Anda gunakan.

Menghitung Fluks Hutan

Salah satu cara untuk menghitung fluks adalah dengan menggunakan pendekatan **emisi yang terikat**, di mana Anda berasumsi, untuk kemudahan penghitungan, bahwa semua karbon dari vegetasi yang dipanen atau rusak “terikat” ke atmosfer segera setelah terjadi gangguan. Akan tetapi, situasi ini sering kali merupakan generalisasi yang berlebihan. Sisa puing kayu dapat membusuk selama bertahun-tahun setelah

deforestasi sebelum berhenti menghasilkan emisi GRK. Di sisi lain, kayu yang dipanen dapat menyediakan bahan bangunan yang lebih berkelanjutan daripada beton atau baja, atau sumber energi yang dapat menggantikan bahan bakar fosil yang lebih padat karbon. Pertanyaan tentang penyimpanan dan substitusi produk kayu itu rumit dan membutuhkan data dari asesmen dalam satu siklus hidup^[30] untuk mengetahui dampak bersih di seluruh sistem terkait.

Saat Anda menghitung fluks untuk setiap jalur NCS Anda, berikut adalah beberapa faktor tambahan yang perlu diingat:

Baseline: Meskipun *baseline* sering dimasukkan ke dalam perkiraan luasan, terkadang estimasi fluks NCS juga harus dinyatakan relatif terhadap *baseline*. Misalnya, lahan basah yang direstorasi akan mengeluarkan metana, tetapi nantinya lahan basah justru mengeluarkan lebih sedikit metana daripada lahan basah yang tidak direstorasi. Fluks NCS dengan demikian akan mewakili perbaikan emisi metana karena implementasi NCS di lahan basah.

Lokasi: Fluks bervariasi antar ruang. Kami menemukan, misalnya, bahwa serapan karbon dari hutan yang dibiarkan tumbuh kembali di AS bervariasi sampai 25 kali lipat tergantung pada lokasinya^[31]. Meskipun ada keuntungan menggunakan si spasial yang tepat, terkadang informasi terbaik yang tersedia adalah dari estimasi yang bisa berlaku di kawasan luas. Berhati-hatilah saat menurunkan skala fluks dari area yang luas seperti negara ke wilayah yang lebih kecil seperti negara bagian, provinsi, atau kota. Karena nilai rata-rata dari area yang luas mungkin tidak memberikan nilai yang akurat untuk lokasi Anda.

Faktor non GRK: Faktor non GRK lainnya yang dapat memengaruhi potensi mitigasi, adalah albedo. **Albedo** mengacu pada seberapa beda tutupan lahan dalam memantulkan atau menyerap panas dari matahari. Peningkatan tutupan pohon yang gelap, terutama di tempat-tempat dengan tutupan salju yang cukup besar, dapat menyebabkan pemanasan yang mengacaukan manfaat mitigasi dari penyerapan karbon di pohon. Misalnya, untuk asesmen di Kanada, albedo dan estimasi serapan karbon yang digabungkan untuk mengidentifikasi lokasi di mana restorasi tutupan hutan, cenderung memberikan hasil iklim yang positif. Selain itu, efek pemanasan albedo (dikenal sebagai pemaksaan radiasi) dikonversi menjadi CO₂e untuk memfasilitasi perbandingan lintas jalur NCS (*lihat Bahan dan Metode “Solusi Iklim Alami untuk Kanada” oleh Drever dkk. untuk mengetahui metode konversi yang terperinci*). Faktor lain, seperti **evapotranspirasi** dan **senyawa organik yang mudah menguap**, juga dapat memengaruhi perkiraan mitigasi NCS. Namun, sebagian besar asesmen tidak memperhitungkan faktor-faktor ini karena efek yang diberikan kemungkinan kecil dan kurangnya data yang tersedia.

Memilih Horison Waktu

Sistem alam bersifat dinamis, begitu pula NCS. **Fluks GRK akan berubah seiring waktu, begitu juga dengan potensinya.** Untuk memastikan agar estimasi NCS dibuat dengan baik dan relevan dengan kebijakan, Anda perlu menentukan kerangka waktu asesmen. Untuk melakukannya, **pikirkan tentang kurun waktu yang relevan dengan target audiensi atau pemangku kepentingan lainnya.** Apakah ada tanggal-tanggal yang terkait dengan NDC di negara Anda? Untuk mengaktifkan perbandingan, Anda perlu **menggunakan kerangka waktu yang sama di semua jalur.**

Kurun waktu akan menentukan bagaimana Anda melaporkan manfaat dari sebuah jalur NCS. Biasanya, kami melaporkan **potensi mitigasi tahunan pada tahun tertentu yang relevan dengan kebijakan** (mis., Gt CO₂e/tahun pada 2030). Namun, Anda juga dapat melaporkan mitigasi total yang terakumulasi selama beberapa tahun, misalnya, Gt CO₂e antara tahun 2020 dan 2030.

Yang mendasari estimasi ini juga adalah asumsi tentang seberapa cepat kegiatan NCS akan diterapkan. Apakah Anda berasumsi bahwa semua tindakan NCS dimulai pada tahun pertama? Apakah Anda membangun waktu untuk menjangkau para pemangku kepentingan, seperti kepada petani yang bisa mengadopsi praktik pengelolaan pertanian yang lebih baik? Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan yang diperlukan, seperti bibit pohon yang dibutuhkan dalam penghijauan? Pilih skenario adopsi yang masuk akal bagi target audiensi Anda, tetapi perlu diingat bahwa kerangka waktu implementasi akan memengaruhi estimasi akhir.

Sebagai contoh, kami memilih dua kerangka waktu dalam asesmen NCS di Kanada, yaitu pada 2020–2030 dan 2020–2050. Pemilihan dua kurun ini untuk menyelaraskan dengan komitmen NDC Kanada dalam mengurangi emisi pada tahun 2030 dan mencapai netralitas karbon pada tahun 2050. Meskipun kami menyelesaikan asesmen pada tahun 2020, kami berasumsi bahwa penanaman pohon tidak akan dimulai sampai tahun 2022. Karena perlu waktu untuk menumbuhkan bibit-bibit pohon. Akibat dari pelaksanaan penghijauan yang tertunda dan pertumbuhan pohon yang lambat di Kanada, potensi mitigasi dari restorasi tutupan hutan pada tahun 2030 menjadi sangat kecil. Akan tetapi, meskipun kami membuat model tanpa penanaman tambahan setelah tahun 2030, manfaat restorasi tutupan hutan, tumbuh hingga 16 kali lipat pada tahun 2050.

Mempertimbangkan Umpan Balik Iklim di Masa Depan

Sistem alam memiliki potensi untuk membantu melindungi manusia dari perubahan iklim, tetapi pada saat yang sama, sistem tersebut juga dipengaruhi oleh perubahan iklim. Umpan balik iklim ini dapat memengaruhi potensi NCS di masa depan. Dalam banyak kasus, umpan balik bersifat negatif, meningkatkan kemungkinan terjadinya kekeringan, kebakaran, banjir, dan gangguan lainnya. Tetapi dalam beberapa kasus, umpan balik bisa positif, misalnya, ketika suhu yang lebih hangat menyebabkan musim tanam yang lebih lama di garis lintang yang lebih tinggi dan ketika kenaikan kadar CO₂ meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menjadi sebuah tantangan dalam memproyeksikan apa yang akan terjadi pada potensi NCS di lokasi

tertentu dan memodelkan umpan balik iklim adalah sebuah bidang penelitian yang terus berkembang.

Dalam asesmen NCS sebelumnya, kami tidak memperhitungkan umpan balik iklim karena kami berasumsi bahwa dampaknya akan kecil dalam kerangka waktu analisis kami (dalam banyak kasus, saat ini hingga 2030). Namun seiring dengan kemajuan pemanasan global dan/atau jangka waktu asesmen yang semakin panjang, akan semakin penting untuk menyertakan umpan balik iklim ke dalam model. Misalnya, pikirkan apakah perubahan iklim akan berdampak pada kelayakan atau manfaat mitigasi jalur NCS Anda dalam kurun waktu yang Anda pilih. Jika ya, pertimbangkan apakah Anda memiliki cukup informasi untuk menyertakan umpan balik iklim ke dalam asesmen Anda. Anda dapat memutuskan, misalnya, untuk mengecualikan lokasi dengan frekuensi kebakaran

tinggi dari potensi reforestasi Anda, meskipun tempat-tempat tersebut sejarahnya mendukung terjadi hutan, dengan asumsi bahwa kawasan itu mengalami kebakaran yang lebih sering di masa mendatang. Bahkan jika Anda tidak memiliki cukup informasi untuk mengkuantifikasi pertimbangan ini dalam asesmen Anda, informasi umpan balik ini masih berguna untuk diperiksa dan dimasukkan sebagai diskusi dalam laporan NCS Anda.

Penelitian di masa depan akan terus menyempurnakan pemahaman tentang peran umpan balik iklim pada potensi NCS, namun penelitian tentang umpan balik ini tidak boleh menunda kebutuhan untuk mengaktifkan NCS sesegera mungkin. Cara paling efisien untuk menghindari umpan balik iklim adalah dengan mengurangi konsentrasi GRK di atmosfer secara drastis melalui implementasi *semua* solusi iklim secara meluas dan cepat.



Cagar Alam Padang Rumput Marathon di Texas barat, A.S. Habitat padang rumput Gurun Chihuahuan yang beragam ini menghidupi sederet satwa liar, termasuk elang aplomado dari utara yang terancam punah secara federal. © Jerod Foster/TNC

Mengkarakterisasi Biaya

Biaya, atau pengurangan biaya, merupakan pendorong utama penerapan NCS. Secara umum, penerapan NCS membutuhkan investasi di muka (misalnya, pembelian peralatan baru yang diperlukan untuk aplikasi pupuk yang tepat, stok penanaman pohon, dll.). Namun dalam beberapa kasus, NCS dapat menekan biaya, seperti penggunaan pupuk nitrogen yang lebih efisien sehingga mengurangi biaya pemupukan bagi petani. Asesmen NCS sampai saat ini umumnya berisi laporan **biaya bersih/net**, yaitu, total gabungan kenaikan biaya dan pengurangan biaya, yang dihasilkan dari implementasi NCS selama skala waktu tertentu.

Berbagai sumber data kemungkinan akan dibutuhkan untuk memperkirakan semua biaya yang relevan.

Biaya dapat dibagi menjadi tiga kategori besar:

- **Biaya pelaksanaan** termasuk biaya yang terkait dengan desain program, perencanaan, pelatihan, pendampingan teknis, persiapan lokasi, tindakan manajemen penyebaran, pemeliharaan dan penggantian.
- **Biaya peluang** adalah perubahan keuntungan yang terkait dengan perubahan dari aktivitas *baseline* ke aktivitas implementasi NCS. Misalnya, membangun penyangga riparian di lahan pertanian dapat mengurangi jumlah lahan dalam produksi pada tahun tertentu dan karenanya mengubah jumlah total hasil panen dan keuntungan terkait.
- **Biaya transaksi** yang terkait dengan NCS sering diabaikan, dan lebih sulit untuk dihitung^[32,33,34]. Ini termasuk biaya *overhead* seperti waktu yang

dihabiskan pemilik tanah untuk mempelajari dan membiasakan diri dengan program atau praktik NCS; sumber daya yang dibutuhkan program untuk mengidentifikasi, menjangkau, dan melibatkan pembuat kebijakan, calon pemilik lahan yang berpartisipasi, atau pemangku kepentingan utama lain; atau waktu yang dihabiskan oleh pemilik tanah dan staf program NCS untuk menyusun kontrak dan memantau implementasi NCS. Jika proyek NCS digunakan untuk menghasilkan kredit karbon, maka biaya transaksi juga termasuk biaya pendaftaran proyek, pemantauan, verifikasi, penerbitan, kredit pensiun.

Biaya bersih untuk penerapan NCS juga bergantung pada titik harga karbon.

Dalam asesmen NCS kami, kami biasanya mempertimbangkan potensi mitigasi pada titik harga sebesar 100USD per metrik ton CO₂e karena studi terbaru menunjukkan bahwa ini adalah biaya yang diperlukan untuk mencapai tujuan Perjanjian Paris^[35,36]. Selain itu, perubahan iklim di masa depan dengan suhu di atas 2°C kemungkinan besar menyebabkan kerusakan yang lebih besar bagi umat manusia daripada biaya untuk membatasi perubahan iklim hingga 2°C^[37,38]. Dengan demikian, kami menganggap strategi mitigasi yang menelan biaya 100USD/tCO₂e menjadi hemat biaya. Karena itu, Anda harus memilih titik harga yang tepat untuk analisis Anda. Misalnya, 10USD/tCO₂e mungkin lebih mencerminkan harga karbon saat ini di pasar sukarela atau peraturan yang relevan, atau 50USD/tCO₂e mungkin sejalan dengan ambisi kebijakan tertentu di negara Anda (lihat Apendiks: *Estimasi Biaya*).

4. Melakukan Analisis



Memperkirakan Mitigasi

Setelah Anda menetapkan parameter untuk analisis dan mengumpulkan informasi tentang *baseline*, luasan, fluks, dan biaya, sekarang saatnya untuk mengukur potensi mitigasi pada setiap jalur NCS. Mungkin berguna untuk merujuk analisis NCS sebelumnya ^[2,15,39] dan meniru metode dengan kumpulan data spesifik Anda.

Persamaan sederhana untuk setiap jalur:

$$\text{Luasan} \times \text{Fluks} = \text{Potensi mitigasi maksimum}$$

Jika Anda telah mengubah semua unit fluks GRK menjadi CO₂e, mengalikan nilai fluks tahunan dan nilai luasan tahunan bersama-sama, hasilnya adalah estimasi potensi mitigasi biofisik maksimum dalam CO₂e/tahun untuk jalur tersebut.

Anda juga dapat mempertimbangkan perbedaan potensi mitigasi untuk berbagai aktivitas dalam satu jalur. Misalnya, beberapa kegiatan *reforestasi* mungkin relevan dengan lokasi Anda, seperti pertumbuhan kembali pohon secara alami, regenerasi yang dibantu, dan/atau penanaman pohon aktif. Dalam hal ini, sebaiknya *reforestasi* dipisahkan ke dalam aktivitas tersendiri untuk membantu pengambil keputusan memahami manfaat investasi dalam satu atau lebih opsi ini.

Kuantifikasi Ketidakpastian

Pengukuran ketidakpastian di sekitar jalur estimasi NCS sebaiknya dilakukan karena kisaran luasan dan fluks (kemudian mitigasi) dapat sangat bervariasi. **Pelaporan yang hanya berisi angka rata-rata atau median untuk estimasi dengan rentang ketidakpastian yang besar dapat secara tidak sengaja menyesatkan pembuat keputusan.** Biasanya, kuantifikasi ketidakpastian melibatkan penentuan rentang yang diharapkan (misalnya, interval kepercayaan 95%) di sekitar tiap parameter untuk mengindikasikan nilai terendah dan tertinggi yang Anda harapkan bisa terjadi. Cara terbaik untuk menghitung kisaran tiap variabel adalah dengan menemukan sejumlah estimasi independen dalam literatur, dan kemudian menggunakan mean dan standard deviasi di sekitar mean tersebut dalam analisis. Jika sejumlah estimasi independen tidak tersedia, pertimbangkan untuk menggunakan asesmen ahli untuk mendapatkan estimasi melalui proses Delphi ^[40,41,42]. Proses ini terdiri 3 langkah: 1) beberapa ahli diminta untuk menyerahkan estimasi terbaik mereka, 2) jawaban mereka disusun secara anonim dan didistribusikan kembali kepada para ahli, 3) para ahli diberi kesempatan untuk merevisi estimasi berdasarkan tanggapan ahli lainnya. Kisaran akhir estimasi dapat berfungsi sebagai kisaran ketidakpastian untuk asesmen Anda.

Setelah Anda memiliki estimasi ketidakpastian di sekitar tiap variabel dalam perhitungan, Anda perlu menggabungkannya untuk mengestimasi keseluruhan ketidakpastian (yang juga dikenal sebagai propagasi kesalahan).⁴³ Meskipun IPCC telah



Matahari terbenam di sawah yang berada di sepanjang Taman Nasional Lore Lindu, salah satu hutan utuh yang ada di Sulawesi Tengah, Indonesia. © Bridget Besaw/TNC

4.

mengembangkan pendekatan yang direkomendasikan untuk mengestimasi ketidakpastian^[44], kami menemukan bahwa pendekatan umum ini tidak selalu menangkap kompleksitas analisis kami. Misalnya, jika ada beberapa variabel yang digabungkan dalam sebuah rumus untuk mengestimasi mitigasi atau jika ada nilai ketidakpastian yang tidak membentuk distribusi normal, maka kami memilih untuk menggunakan perangkat analisis yang disebut Simulasi Monte Carlo untuk mempropagasi ketidakpastian dari berbagai sumber. Dengan metode yang dapat dijalankan di banyak program statistik ini, Anda akan secara acak mendapatkan estimasi dari ketidakpastian di sekitar tiap variabel dan kemudian menggunakan angka dari Monte Carlo tersebut untuk mengestimasi mitigasi keseluruhan untuk jalur tersebut. Dengan mengulangi proses ini

berkali-kali (misalnya, 10.000-100.000), Anda dapat mengestimasi keseluruhan ketidakpastian untuk suatu jalur (atau untuk semua jalur yang digabungkan). Lihat [dokumen panduan ini](#) untuk informasi lebih lanjut tentang Simulasi Monte Carlo^[45].

Akan ada sumber ketidakpastian lain yang akan sulit dikuantifikasi, seperti bagaimana umpan balik iklim akan memengaruhi estimasi mitigasi Anda. Saat mengomunikasikan hasil asesmen NCS Anda, penting untuk: 1) memperhatikan bahwa kisaran kemungkinan hasil bisa lebih besar dari yang Anda perkirakan mengingat adanya hal-hal yang tidak diketahui ini, dan 2) mendokumentasikan bagaimana asumsi Anda, potensi skenario masa depan yang berbeda, dan variabilitas dalam *underlying data*, berkontribusi pada kisaran yang dilaporkan.

Menggabungkan Biaya: Kurva Biaya Pengurangan Marjinal

Setelah asesmen mitigasi selesai, mengintegrasikan asesmen biaya ke dalam asesmen NCS Anda dapat memberikan informasi lebih baik kepada para pengambil keputusan. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan membuat kurva biaya pengurangan marjinal (MAC) dalam setiap jalur, yang menggambarkan biaya pencapaian setiap metrik ton tambahan serapan CO₂e atau penghindaran emisi.

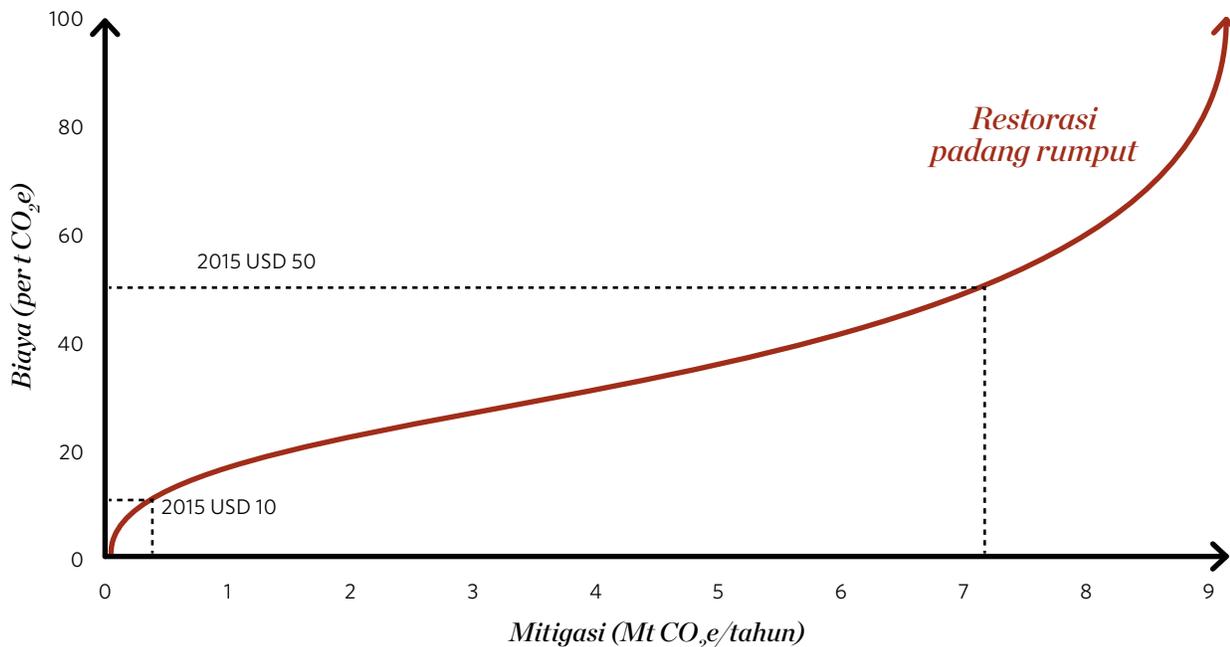
Proyek MAC secara eksklusif berfokus pada mitigasi dihitung dengan membagi total biaya proyek dengan total mitigasi yang dicapai proyek. Untuk proyek multi-tujuan, jika biaya mitigasi dapat dipisahkan dari total biaya, MAC dihitung dengan membagi biaya komponen mitigasi dengan total mitigasi yang dicapai proyek. Jika tidak, maka memperkirakan MAC memerlukan analisis yang cermat untuk mengidentifikasi biaya tambahan yang dikeluarkan untuk kegiatan mitigasi. Biaya dan mitigasi harus

dihitung dalam kurun waktu yang sama (misalnya, 30 tahun). Untuk membuat kurva MAC, aturlah semua proyek (juga dikenal sebagai “kenaikan mitigasi”), yang diwakili oleh titik atau batang, pada grafik dari MAC terendah hingga tertinggi. Kurva yang dihasilkan menyatakan mitigasi total. **Kurva MAC yang dibangun dengan baik mengidentifikasi total mitigasi yang dapat dicapai dengan biaya tertentu per ton CO₂e. Kurva ini membantu mengidentifikasi poin-poin harga kunci dalam mengaktifkan implementasi NCS.**

4.



Padang penggembalaan bison di Cagar Alam Padang Rumput Kettel di Loess Hills, Iowa. Loess Hills adalah padang rumput asli terbesar yang bersebelahan di Iowa, dan bison akan membantu mengembalikan kawasan ini menjadi lebih alami. © Chris Helzer/TNC



Gambar 8. Kurva Biaya Pengurangan Marginal untuk Restorasi Padang Rumput AS ^[39]

Berikut adalah contoh kurva MAC untuk restorasi padang rumput di AS. Pada kurva ini menunjukkan bahwa sekitar 9 Mt CO₂e per tahun dapat dihilangkan dari atmosfer dengan asumsi harga pasar karbon 100 USD per ton CO₂e, jika semua padang rumput yang berpotensi di AS direstorasi.

Sumbu y menunjukkan biaya setiap metrik ton tambahan CO₂e yang dihilangkan dan sumbu x menunjukkan mitigasi. Kurva miring ke atas untuk setiap tambahan metrik ton CO₂e yang diemisikan terus-menerus akibat biaya per hektar lahan bervariasi dan dalam potensi mitigasinya per hektar per tahun. Karena mitigasi pada gambar diatur dari biaya terendah di kiri hingga biaya tertinggi di kanan, kurva MAC mengasumsikan bahwa restorasi padang rumput diimplementasikan pertama kali di lahan yang mencapai mitigasi dengan biaya terendah per unit. Gambar tersebut menunjukkan bahwa dengan biaya 10 USD/tCO₂e, hampir tidak ada restorasi padang rumput yang memungkinkan dan oleh karena itu sangat sedikit mitigasi yang dapat dicapai. Namun, jika pemilik atau pengelola tanah dibayar

hingga 50 USD/tCO₂e, lebih dari 7 Mt CO₂e dapat diserap setiap tahun.

Kurva MAC dapat memperkirakan anggaran total yang dibutuhkan untuk mencapai jumlah mitigasi tertentu. Contoh di atas menunjukkan mitigasi tahunan pada tahun 2025, tetapi dapat dikonversi ke kurva MAC yang menunjukkan total mitigasi kumulatif selama kurun waktu asesmen 2019-2025. Dengan menggunakan kurva MAC kumulatif tersebut, total anggaran yang dibutuhkan untuk setiap kuantitas pengurangan tertentu, dapat diperkirakan dengan mengalikan setiap ton CO₂e yang dikurangi selama jangka waktu asesmen dengan biaya pengurangan marginal masing-masing, dan kemudian menjumlahkan semua nilai ini (yaitu, secara analitis, total biaya diberikan oleh area di bawah kurva MAC, hingga jumlah total pengurangan yang dipilih).

Akhirnya, **kurva MAC dapat membantu memutuskan NCS apa yang saat ini layak secara ekonomi.** Penting untuk diingat bahwa sebagian besar jalur NCS memiliki manfaat tambahan nonkarbon yang

meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan memajukan SDGs [46,47]. Manfaat ini bisa lebih sulit untuk dinilai secara moneter dan umumnya tidak termasuk dalam perkiraan MAC, kecuali jika ditambahkan ke pemilik tanah yang menerapkan aksi mitigasi, yang akan mengurangi biaya potensi mitigasi pemilik tanah. Dalam beberapa kasus, **manfaat tambahan tersebut dapat memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi daripada mitigasi itu sendiri.** Dalam semua kasus, mereka memiliki **nilai ekonomi riil bagi masyarakat yang mengurangi biaya NCS bagi masyarakat secara keseluruhan dibandingkan dengan biaya yang ditunjukkan oleh kurva MAC.**

Misalnya, memperluas *tutupan kanopi perkotaan* mungkin memiliki biaya yang sangat tinggi per metrik ton CO₂e sehingga bisa kalah bersaing dengan pendekatan mitigasi. Namun, *tutupan kanopi perkotaan* juga menyediakan pengelolaan air hujan, meningkatkan kesehatan pernapasan orang dan mengurangi paparan panas, memberikan manfaat kesehatan mental, dan mengurangi permintaan puncak listrik di area tempat AC digunakan [48]. Nilai gabungan dari rangkaian manfaat ini seringkali melebihi biaya penanaman dan pemeliharaan pohon [49]. Jadi, meski penanaman pohon di perkotaan mungkin bukan strategi mitigasi iklim yang hemat biaya, di banyak tempat ini adalah strategi yang menghasilkan keuntungan bersih bagi ekonomi dan manusia, dan menghasilkan mitigasi iklim sebagai manfaat tambahan. *Lihat juga Apendiks: Estimasi Biaya.*

Kurva MAC dapat dibuat menggunakan dua pendekatan dasar. Pertama, pendekatan **“bottom-up”**, menggunakan informasi spesifik di lokasi implementasi tentang biaya dan mitigasi dari proyek aktual^[31,10]. Pendekatan ini dapat mengungkapkan biaya transaksi yang spesifik konteks (biaya pengeluaran untuk aktivitas yang memastikan implementasi proyek mitigasi, seperti keterlibatan pemilik tanah dan pengembangan kontrak kerja),

yang seringkali berjumlah besar. Akan tetapi, terdapat beberapa keterbatasan. Pertama, biasanya diperlukan ekstrapolasi data dari serangkaian proyek terbatas pada daerah tersisa yang diidentifikasi berpotensi cocok untuk pelaksanaan jalur NCS tersebut. Kedua, proyek NCS yang ada mungkin tidak mewakili area lain. Misalnya, proyek yang ada mungkin merupakan proyek percontohan dan mungkin melibatkan studi ilmiah, yang cenderung meningkatkan biaya dibandingkan dengan proyek yang tidak memiliki tujuan ilmiah. Demikian pula, proyek masa depan yang mungkin berbiaya lebih rendah daripada yang sudah ada karena dapat memanfaatkan wawasan yang diperoleh atau karena dapat mewujudkan skala ekonomi. Atau, sebaliknya, proyek yang ada saat ini mungkin telah diterapkan di lokasi yang paling kondusif (berbiaya rendah, mitigasi tinggi) sehingga proyek di masa mendatang menjadi kurang hemat biaya.

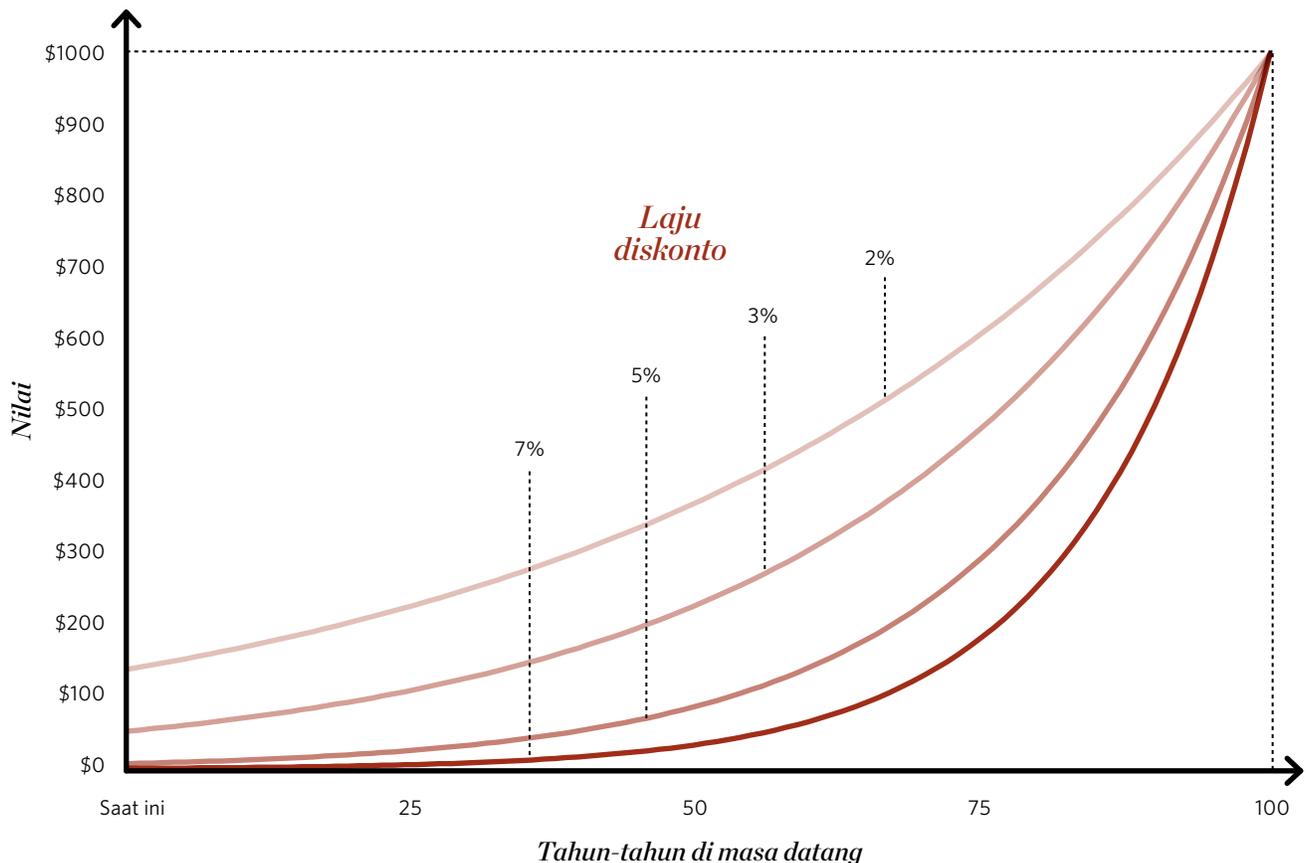
Kedua, pendekatan **“top-down,”** menggunakan pemodelan dan data yang dapat diamati secara empiris, menganalisis *tutupan lahan* atau mengelola data sebagai fungsi dari variabel independen (misalnya, harga produk pertanian, karakteristik tanah, kemiringan, kedekatan dengan jalan dan daerah perkotaan). Model yang digunakan bisa sangat bervariasi, dari model spasial-ekonometrik yang relatif sederhana^[50] hingga model pengoptimalan multi-sektoral yang kompleks^[51]. Pendekatan berbasis pemodelan ini sangat sesuai untuk area lahan yang luas, dan yang memungkinkan eksplorasi sistematis tentang bagaimana tata guna lahan lahan akan merespon intervensi tertentu seperti harga karbon yang bervariasi. Batasan dari pendekatan ini adalah kebutuhan akan informasi spasial yang lengkap dan cukup beresolusi tinggi tentang variabel model kunci, seperti nilai lahan atau penggunaan lahan. Selain itu, tidak seperti pendekatan *bottom-up*, pendekatan *top-down* tidak dapat memperkirakan biaya transaksi secara langsung; mereka hanya dapat menambahkannya secara *ad-hoc*.

Akuntansi untuk Perubahan Biaya di Masa Mendatang: Diskonto

Proyek NCS menimbulkan biaya dan menghasilkan sejumlah mitigasi selama beberapa tahun. Selain itu, biaya biasanya muncul sejak dini, sementara manfaat mitigasi justru terjadi selama beberapa dekade atau abad nanti. Bukti empiris menunjukkan

bahwa individu dan masyarakat menghargai biaya dan manfaat yang timbul saat ini lebih tinggi daripada biaya dan manfaat yang terjadi di masa depan ^[52,53]. **Untuk membandingkan biaya dan manfaat saat ini dan masa depan secara tepat, kami menggunakan proses yang disebut diskonto, yang mengungkapkan nilai moneter biaya atau manfaat masa depan dalam ekuivalen nilai saat ini.**

Tingkat diskonto digunakan untuk mengukur nilai masa depan yang ekuivalen hari ini. Pilihan tingkat diskonto berdampak besar pada nilai ekonomi proyek mitigasi iklim. Sehingga perhatian besar harus dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat



Gambar 9. Contoh dampak dari berbagai laju diskonto terhadap nilai 1000\$ saat ini yang diterima 100 tahun di masa datang

diskonto yang tepat yang digunakan untuk proyek tertentu. Proyek mitigasi yang mencari **investasi dari swasta** umumnya harus menggunakan biaya peluang modal investor sebagai tingkat diskonto. Skema ini dapat diperkirakan dengan menggunakan suku bunga pinjaman atau tingkat pengembalian sebelum pajak. Sebaliknya, analisis proyek mitigasi iklim yang **didanai publik** yang memberikan manfaat bagi masyarakat lebih luas sebaiknya menggunakan tingkat diskonto sosial yang mencerminkan bagaimana orang-orang di suatu negara melakukan *trade-off* saat ini untuk konsumsi di masa depan.

Selain itu, terdapat kesepakatan yang berlaku luas di antara para ekonom profesional bahwa analisis proyek yang didanai publik harus menggunakan tingkat diskonto sosial yang menurun^[54]. Hal ini terutama berlaku untuk analisis biaya-manfaat dari proyek-proyek mitigasi, karena jangka waktu yang lama sampai manfaat terasa. Meskipun estimasi tarif diskonto sosial merupakan pekerjaan yang kompleks, banyak negara telah mengadopsi tarif diskonto sosial tertentu untuk digunakan oleh lembaga lokal analisis kebijakan publik, dan perkiraan tarif diskonto sosial tersedia untuk hampir semua negara^[55,56].

Langkah-langkah berikutnya

Sampai saat ini, asesmen NCS sebagian besar telah menekankan pemahaman tentang seberapa besar potensi mitigasi yang tersedia, dan bagaimana hal itu bervariasi tergantung dari pertimbangan biaya dan lokasi. Meskipun sangat penting untuk

menjawab pertanyaan-pertanyaan ini, ada langkah-langkah tambahan yang diperlukan untuk membuat informasi yang paling berguna untuk pengambilan keputusan dan tindakan di lapangan. Menilai potensi NCS hendaknya diikuti dengan tindakan nyata untuk mengaktifkannya.

JANGAN LUPA UNTUK MENJANGKAU!

Di luar target audiensi Anda, kemungkinan ada beberapa pengambil keputusan terkait lainnya, pakar kebijakan dan sains, organisasi mitra, masyarakat terdampak, dan lebih banyak pihak lagi yang tertarik serta dapat menggunakan hasil asesmen NCS Anda. Kami merekomendasikan publikasi asesmen NCS dalam jurnal *peer-review* bila memungkinkan yang berakses terbuka. Sehingga dapat memastikan bahwa metode dan hasil Anda kredibel, transparan, dan tersedia untuk audiensi yang lebih luas, daripada yang dapat Anda jangkau sendiri jika melalui keterlibatan langsung. Namun, kami juga menemukan bahwa keterlibatan para pihak yang ditargetkan dan komunikasi langsung dengan kelompok pengguna kunci, seperti lembaga pemerintah, memudahkan mereka lebih memahami dan menerima temuan analisis NCS.

Di tambah lagi, sangat membantu jika ada pendukung publikasi tambahan, seperti ringkasan kebijakan atau halaman web. Nature4Climate adalah salah satu contoh bagaimana beberapa organisasi telah menggunakan satu situs web dan terhubung dengan perangkat komunikasi terkait untuk berbagi hasil analisis dan informasi lainnya. Cerita Anda juga bisa disebarluaskan melalui media sosial, artikel berita, atau blog. Foto, infografis, dan studi kasus yang menarik pun dapat meningkatkan dampak dari

semua metode komunikasi ini, terutama saat Anda memperluasnya ke khalayak yang lebih luas.

BERGERAK DARI “BERAPA?” KE “BAGAIMANA?”

Pergerakan ini bergantung pada tujuan Anda, Anda mungkin perlu melakukan asesmen awal lebih lanjut. Misalnya, Anda dapat melakukan studi efektivitas biaya yang lebih rinci untuk menentukan laba atas investasi (ROI) atau menyelidiki insentif tambahan dalam kegiatan NCS (*lihat Apendiks: Estimasi Biaya untuk pemeriksaan lebih lanjut tentang pertimbangan biaya*).

Demikian pula, meskipun mitigasi itu penting, manfaat lain dari penerapan NCS seringkali mendorong aksi, seperti keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem (*lihat Apendiks: Manfaat Bersama*). Anda sebaiknya secara langsung mengukur dan memetakan manfaat bersama yang relevan untuk dibagikan dengan target audiensi Anda dan pemangku kepentingan lainnya.

Penentuan bagaimana cara mendanai proyek NCS adalah pertimbangan utama dalam implementasi di lapangan. Mekanisme *carbon offset* dan mekanisme pembayaran berdasarkan kinerja dapat menjadi pilihan, serta sumber pendapatan bagi para pemilik tanah jika digunakan dengan tepat, (*lihat Apendiks: Penggantian kerugian untuk pengenalan penggantian kerugian dan penggunaannya*).

DAMPAK MANUSIA

Dalam panduan ini, kami baru saja mulai menggores permukaan pemahaman tentang kemungkinan manfaat sosial dan kesejahteraan manusia dan

masih banyak lagi penelitian yang dibutuhkan dalam bidang ini. Intervensi NCS dapat berkontribusi untuk memajukan SDGs dan meningkatkan kualitas hidup manusia, misalnya melalui pembangunan ketahanan pangan, tata kelola pemerintahan, dan peluang ekonomi yang berkelanjutan. Pada saat yang sama, sangat penting untuk mengenali dan memperbaiki ketidakadilan iklim, baik yang berkaitan dengan ketidakadilan historis dan dampak lanjutan di masa depan terhadap masyarakat yang terpinggirkan. Meskipun penerapan proyek NCS dapat mendorong keadilan iklim, tetapi hal ini tidak dijamin secara inheren. Tugas dalam memahami dampak NCS pada berbagai tingkat masyarakat harus dilakukan demi kepentingan masyarakat sendiri. Meskipun melibatkan para pemangku kepentingan dan mengatasi ketidakadilan akan membuat penerapan NCS di lapangan menjadi lebih kuat dan berkelanjutan (*lihat Apendiks: Keadilan Iklim untuk diskusi lebih lanjut tentang keadilan iklim*).

MEMANFAATKAN TEKNOLOGI

Data dan teknologi baru yang diperkenalkan setiap hari, terus-menerus mengubah praktik terbaik analisis dan penerapan NCS. Bidang penginderaan jarak jauh berkembang terus, yang mampu mengisi kesenjangan data dan menghasilkan peta dengan skala yang lebih baik dari berbagai potensi jalur NCS di lokasi yang berbeda. Kemajuan ini dapat mengurangi ketidakpastian, meningkatkan presisi spasial, dan membantu pembuat keputusan memvisualisasikan potensi penerapan NCS dengan lebih jelas. Penginderaan jarak jauh juga menjanjikan pemantauan jalur NCS dan pemahaman apakah manfaat karbon yang dimodelkan, direalisasikan benar-benar di lapangan.

BELAJAR DARI MEREKA YANG DATANG SEBELUMMU, AJARI MEREKA YANG DATANG SETELAHMU

Untuk mengembangkan panduan ini, kami mengambil pembelajaran dari lima negara berbeda yang telah mengadopsi dan mengadaptasi kerangka kerja NCS (*lihat Studi Kasus Negara untuk mengetahui lebih lanjut tentang pelajaran yang dipetik dari asesmen ini*). Harapan kami adalah pembelajaran tersebut mewakili banyak negara lain yang akan menggunakan rekomendasi terperinci dalam panduan ini untuk menilai potensi mitigasi mereka sendiri, dan akan berbagi pengalaman mereka di masa depan sehingga kita dapat belajar satu sama lain dan mempercepat penerapan NCS di seluruh dunia.

Meskipun setiap negara berbeda, dua pelajaran utama muncul dari pengalaman di Kanada, Cina, Kolombia, Indonesia, dan Amerika Serikat:

Membangun kepercayaan dan menindaklanjuti adalah kuncinya.

Jurnal ilmiah penuh dengan analisis dan penelitian yang sangat baik, tapi berdampak kecil pada kebijakan dan tindakan. Keberhasilan implementasi NCS, membutuhkan konsultasi yang lebih sering dari dinidengan pemangku kepentingan — kemudian menindaklanjuti dengan pendampingan teknis dan perangkat yang tepat sehingga mereka menggunakan hasil asesmen NCS Anda.

Kita perlu melakukan dan mengkomunikasikan asesmen NCS dengan cara yang menghasilkan pemahaman tentang sinergi dan kompromi.

Studi kelayakan tingkat lanjut dan perangkat untuk membantu eksplorasi skenario implementasi yang berbeda akan merevolusi pembuatan kebijakan NCS.

MENGKATALISASI KEGIATAN NCS

Sumber daya yang signifikan dibutuhkan untuk membuka potensi NCS^[57]. Untungnya, pendanaan NCS telah meningkat, dan kami sangat berharap kecepatan dan skala dalam investasi NCS — dan penerapannya — akan meningkat pesat sehingga memberikan manfaat iklim yang terukur dan adil untuk masa depan bumi yang layak huni.

Panduan ini merangkum apa yang telah kita pelajari sejauh ini. Kami berharap dapat memperbaruinya saat studi baru, metode, dan keterlibatan pemangku kepentingan meningkatkan metode yang sekarang. Harapan kami adalah panduan ini membantu orang lain untuk lebih cepat menyelesaikan asesmen potensi NCS yang kredibel dan berdampak sehingga dapat dilaksanakan di lapangan pada skala dan kecepatan yang dibutuhkan untuk berpacu dengan krisis iklim.

5. Studi Kasus Negara



Kami juga membagikan pedoman studi kasus secara singkat dari Kanada, Cina, Kolombia, Indonesia, dan Amerika Serikat...

Belahan Bumi di Bagian Timur



Belahan Bumi di Bagian Barat

...Hal ini menunjukkan bagaimana tim telah mengadaptasi kerangka kerja NCS global terhadap kebutuhan mereka termasuk pembelajaran dan proses.

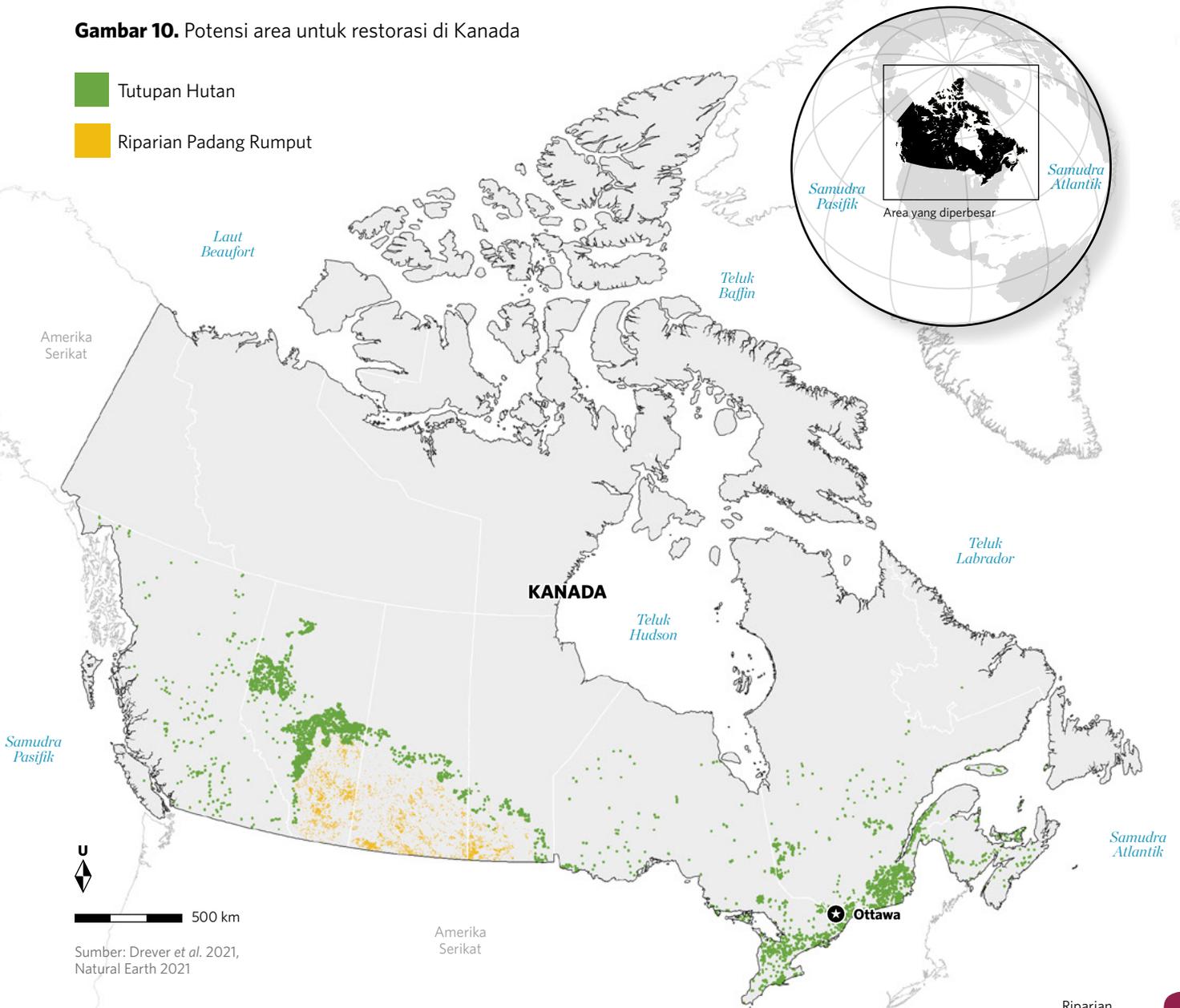


Kanada

5.

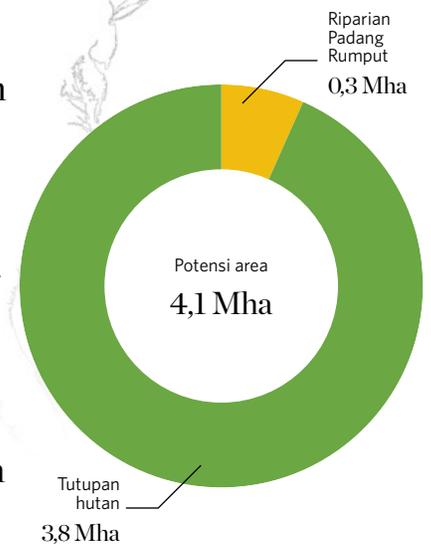
Gambar 10. Potensi area untuk restorasi di Kanada

- Tutupan Hutan
- Riparian Padang Rumput



Sumber: Drever et al. 2021, Natural Earth 2021

Dalam Perjanjian Paris, Kanada menargetkan untuk mengurangi emisi tahunannya hingga 511 MtCO₂e pada tahun 2030. Hingga saat ini, emisi dari LULUCF tidak dimasukkan ke dalam target pengurangan emisi. Akan tetapi, pada tahun 2019, Kanada berkomitmen untuk mengurangi emisi tahunan yang terkait dengan LULUCF. Pada bulan Desember 2020, Kanada mengumumkan sebuah rencana penguatan terhadap perubahan iklim dan sebuah komitmen terhadap pengurangan emisi tahunan pada tahun 2030 sebesar 17 Mt CO₂e/tahun dari LULUCF serta dari solusi berbasis alam dan sebesar 10 Mt CO₂e/tahun dari pertanian regeneratif.



Meskipun Kanada bukan suatu negara penghasil gas rumah kaca yang besar – emisi gas rumah kaca Kanada mencapai 1,5% dari emisi global keseluruhan – negara ini termasuk dalam 10 besar negara penghasil gas rumah kaca di dunia dan memiliki salah satu tingkat emisi per kapita yang tertinggi (15,1 t CO₂e/orang/tahun)^[58]. Selama 20 tahun terakhir, emisi tahunan Kanada telah berfluktuasi di sekitar 700 MtCO₂e, dengan kontributor terbesarnya adalah sektor minyak dan gas serta sektor transportasi^[59].

PENELITIAN LATAR BELAKANG

Pada bulan Desember 2020, Kanada menyalurkan hampir 4 miliar dollar Kanada (CAD) selama 10 tahun untuk implementasi NCS, terutama untuk penanaman 2 miliar pohon; melestarikan dan merestorasi padang rumput, lahan basah, dan lahan gambut; dan menyiapkan dana untuk NCS pada bidang pertanian. Investasi-investasi terkait iklim ini bertujuan untuk mendukung komitmen konservasi lainnya, seperti: perlindungan 30% daratan dan lautan Kanada pada tahun 2030 sesuai *Convention on Biological Diversity*^[60].

Sejalan dengan komitmen-komitmen ini, Nature United (program The Nature Conservancy di Kanada) mengambil suatu keputusan strategis pada tahun 2017 untuk memulai suatu program mitigasi terhadap perubahan iklim dengan fokus pada NCS. Fokus pada NCS mendukung etos kerja Nature United yang lebih baik terkait konservasi yang dipimpin oleh penduduk

asli dibandingkan aksi-aksi perubahan iklim lainnya. Pada tahap awal, staf Nature United menyadari kurangnya pengetahuan dasar mengenai peluang mitigasi terhadap sistem alam Kanada. Kemudian menginisiasi upaya penelitian untuk membangun basis ilmiah konservasi, mengembangkan jejaring para ahli dan menempatkan Nature United dalam peta penelitian ini sebagai pihak yang memfasilitasi ilmu pengetahuan mutakhir. Sejak awal, Nature United bertujuan untuk membangun kapasitas dan pembelajaran oleh TNC melalui asesmen NCS untuk dunia dan Amerika Serikat.

JALUR NCS KANADA

Daftar jalur potensial untuk analisis, awalnya dihasilkan dari tinjauan pustaka studi-studi di Kanada. Daftar ini kemudian diperiksa dalam suatu lokakarya awal yang mengundang para ahli pada bulan Februari 2019, dimana terlibat kebutuhan untuk pembentukan kelompok kerja (pokja) terkait ekosistem. Pada beberapa jalur NCS, kami mengandalkan satu atau dua ahli, dimana tim Nature United/TNC menyediakan dukungan akuntansi, analisis spasial, atau biaya ekonomi, misalnya, *tutupan kanopi perkotaan, pengelolaan pupuk kandang, atau pengelolaan unsur hara*. Beberapa jalur yang dipertimbangkan pokja, seperti praktik pengelolaan hutan untuk mengurangi risiko kebakaran lahan liar di masa depan, dihilangkan setelah diketahui bahwa kurang bukti untuk melanjutkan analisis tersebut. Meskipun demikian, tim peneliti mengambil pendekatan holistik dengan memasukkan semua jalur yang relevan dengan Kanada yang layak untuk dianalisis, daripada mempersempit ke beberapa jalur yang diketahui memiliki potensi tinggi. Alasannya adalah, mengingat kurangnya informasi tentang NCS di Kanada, pemeriksaan komprehensif atas berbagai jalur di semua ekosistem akan memiliki relevansi kebijakan yang tinggi dan menyiapkan fasilitas untuk percakapan di tingkat nasional tentang peran



Berjalan di sepanjang tebangan kayu di Hutan Hujan Tropis Great Bear, British Columbia, Kanada. © Jason Houston

alam dalam aksi perubahan iklim. Selain itu, karena NCS mewakili program iklim pertama untuk Nature United, suatu inisiatif penelitian akan menjadi cara efektif dalam membangun komunitas praktisi lintas sektor yang sekaligus memberikan kredibilitas bagi Nature United sebagai organisasi berbasis sains.

Kami telah memperkenalkan beberapa aspek teknis baru yang menyesuaikan asesmen dalam konteks Kanada. Misalnya, meskipun Albedo (*lihat Daftar Istilah*) diakui sebagai pengaruh penting pada mitigasi berbasis lahan, terutama di lanskap bagian utara, asesmen NCS global dan Amerika Serikat sebelumnya ternyata tidak memasukkan

efek albedo karena kompleksitas dan kesenjangan data. Kami mengembangkan analisis baru berdasarkan pemetaan⁶¹ albedo terkini untuk lebih memahami implikasi albedo dari jalur-jalur NCS yang memperluas tutupan pohon. Oleh karena itu penerapan “potongan” albedo ke jalur tersebut^[15]. Selain itu, kami mengadaptasi asesmen untuk memasukkan evaluasi biaya ekonomi mitigasi berdasarkan penetapan harga karbon di Kanada saat ini. Kami juga menggunakan kriteria kelayakan untuk jalur pengelolaan dan jalur restorasi, di mana kami memodelkan implementasi dan mitigasi terkait lebih dari 10% potensi wilayah per tahun melalui periode implementasi 10 tahun (2021-2030).



Penggunaan NCS untuk mengatasi perubahan iklim dengan cara masuk perhitungan NDC akan membutuhkan keselarasan antara jalur NCS spesifik, inventarisasi GRK nasional, dan kerangka kerja pelaporan.



Langit berawan di atas padang rumput di Kanada. © Jean Wallace/TNC

PEMBELAJARAN

Asesmen berskala negara merupakan hal yang penting untuk membumikan NCS dalam implementasi aktual nasional. Misalnya, temuan mengejutkan dari asesmen NCS Kanada adalah peran potensial yang besar bagi sektor pertanian. Sebagai negara di belahan bumi utara yang didominasi oleh hutan, harapannya adalah hutan akan membawa potensi utama mitigasi berbasis lahan. Namun, mengingat hutan di Kanada, relatif dikelola dengan baik dan konversi hutan relatif terbatas, NCS jalur hutan menunjukkan jumlah mitigasi potensial terkecil ketimbang empat tipe ekosistem lain yang kami periksa.

Implementasi NCS pada tingkat program perlu memahami dan mengembangkan prioritas-prioritas dan pendekatan-pendekatan yang sudah ada. Pekerjaan Nature United hingga saat ini berfokus pada konservasi yang dipimpin oleh penduduk asli. Meskipun tim menyadari pentingnya untuk bergerak maju dengan upaya penelitian kolaboratif demi mengisi celah informasi tentang potensi NCS dalam memitigasi perubahan iklim, kami perlu mengangkat ilmu pengetahuan dan inisiatif NCS ini dengan cara yang tetap menghormati hak dan pengetahuan penduduk asli, serta mendukung tata kelola pemerintahan

penduduk asli, perencanaan terkait dengan lahan, dan pembangunan ekonomi – semua hal tersebut adalah bentuk pengakuan bahwa NCS akan berlangsung di wilayah-wilayah tradisional penduduk asli.

Perbedaan terjadi antara apa yang diungkapkan oleh asesmen ilmiah kami mengenai potensi NCS dan apa yang Kanada masukkan dalam target dan kerangka kerja akuntasinya untuk mengukur kemajuan terhadap tujuan-tujuan pengurangan emisi. Misalnya, asesmen NCS Kanada telah mengidentifikasi *penghindaran konversi lahan gambut* berpotensi mitigasi yang baik. Namun, ada ketidakselarasan antara potensi mitigasi yang kami identifikasi dan bagaimana Kanada menghitung emisi serta menghapus keterkaitan dengan pengelolaan lahan gambut dan penggunaan lahan. Penggunaan NCS untuk mengatasi perubahan iklim dengan cara yang memperhitungkan NDC akan memerlukan keselarasan antara jalur-jalur NCS tertentu dengan *inventory* kandungan gas rumah kaca nasional serta kerangka kerja pelaporan. Meskipun kami dapat mendokumentasikan penyelarasan ini secara retrospektif (*lihat tabel di halaman berikutnya*), keterlibatan awal para ilmuwan yang bekerja di lembaga pemerintahan yang melakukan pelaporan akan bermanfaat untuk membangun penyelarasan ini.

Jalur NCS Kanada

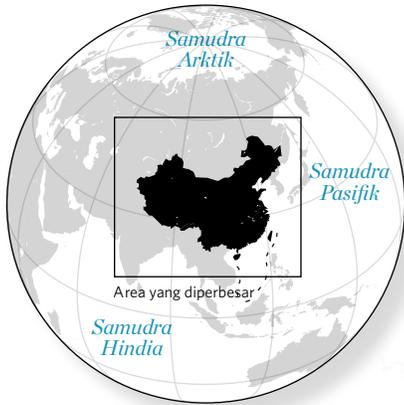
Bagaimana Jalur NCS mendapatkan asesmen dalam Laporan Inventarisasi Nasional untuk Kanada 2020

Kategori UNFCCC

Jalur NCS Kanada	Bagaimana Jalur NCS mendapatkan asesmen dalam Laporan Inventarisasi Nasional untuk Kanada 2020	Kategori UNFCCC	
Hutan	Penghindaran Konversi Hutan	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) yang dihitung dari Konversi Hutan menjadi Ladang Pertanian, Pemukiman dan <i>Harvested Wood Products</i> (HWP).	Land Use, Land-Use Change, and Forestry (LULUCF)
	Peningkatan Manajemen Hutan	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) yang dihitung dari <i>Forest Land remaining Forest Land</i> (FLFL) dan HWP dari FLFL.	LULUCF
	Tutupan Kanopi Perkotaan	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) di kategori pepohonan perkotaan <i>Settlements remaining Settlements</i> (SLSL).	LULUCF
	Restorasi Tutupan Hutan	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung di lahan yang dikonversi menjadi Lahan Perhutanan (Hutan yang didirikan dari lahan yang awalnya bukan hutan). Penanaman pohon pascapanen dipertimbangkan sebagai reforestasi bukan aforestasi.	LULUCF
Penghindaran Lahan Gambut	Penghindaran Kehilangan Padang Lamun	Tidak termasuk saat ini. Tidak ada data aktivitas yang tersedia untuk mengakses kehilangan yang konsisten di seluruh Kanada.	LULUCF
	Penghindaran Konversi Lahan Basah	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) sebagai <i>Wetlands remaining Wetlands</i> (WLWL)- Ekstraksi Gambut (dikeringkan dan pembasahan ulang di lapangan) NIR tidak melaporkan konversi lahan basah alami ke penggunaan lahan lainnya. Kategori Lahan Basah hanya melaporkan emisi dari waduk <i>hydro</i> dan ekstraksi gambut hortikultura.	LULUCF
	Penghindaran Konversi Lahan Basah Mineral Air Tawar	Tidak termasuk saat ini. Estimasi konversi untuk daerah Prairies Potholes dan bagian timur Kanada yang masih dalam pengembangan.	LULUCF
	Restorasi Rawa Garam	Tidak termasuk saat ini. Tidak ada data aktivitas yang tersedia untuk model restorasi yang konsisten di seluruh Kanada.	LULUCF
	Restorasi Padang Lamun	Tidak termasuk saat ini. Tidak ada data aktivitas yang tersedia untuk model restorasi yang konsisten di seluruh Kanada.	LULUCF
	Restorasi Lahan Gambut	Tidak termasuk saat ini. Tidak ada data aktivitas yang tersedia untuk model restorasi yang konsisten di seluruh Kanada. Sejumlah estimasi masuk dalam model ekstraksi gambut.	LULUCF
	Restorasi Lahan Basah Mineral Air Tawar	Tidak termasuk saat ini. Estimasi konversi untuk daerah Prairies Potholes dan bagian timur Kanada yang masih dalam pengembangan.	LULUCF
Padang Rumput	Penghindaran Konversi Padang Rumput	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung sebagai <i>Grassland to Cropland</i> (GLCL) dan <i>Grassland to Settlements</i> (GLSL). Hanya memasukkan padang rumput asli di Prairie. Laju kehilangan padang rumput dilacak saat ini, tapi estimasi untuk padang rumput yang tidak terputus - semua elemen lainnya berada di Ladang Pertanian.	LULUCF
	Restorasi Riparian Padang Rumput	Tidak termasuk saat ini. Tidak ada data aktivitas yang tersedia untuk model restorasi yang konsisten di seluruh Kanada.	LULUCF
Lahan Pertanian	Tumpang Sari Pohon	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung dalam <i>Cropland remaining Cropland</i> (CLCL) - biomassa berkayu.	LULUCF
	Penghindaran Konversi Sabuk Pelindung Pepohonan	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung di CLCL - biomassa berkayu.	LULUCF
	Penanaman Pohon di Riparian	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung di CLCL - biomassa berkayu.	LULUCF
	Silvopasture	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung di CLCL - biomassa berkayu.	LULUCF
	Pengelolaan Unsur Hara Tanah	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung dalam Pupuk Nitrogen Inorganik dan Pupuk Nitrogen Organik (N ₂ O). Tidak ada data aktivitas saat ini pada tingkat implementasi.	Pertanian
	Residu Panen-Biochar	Tidak termasuk saat ini.	Pertanian
	Tutupan Lahan Pertanian	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung dalam CLCL (perubahan dalam campuran tanaman pertanian; Perubahan dalam lahan pertanian bera/ <i>Summer Fallow</i> (SF) sebagai Perubahan Manajemen dua lahan; penurunan di SF, Meningkatkan tanaman menahun/perennial.	LULUCF
	Pengurangan Tillage	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung dalam CLCL sebagai perubahan dalam <i>Tillage</i> (Perubahan Pengelolaan Lahan, Konvensional ke pengurangan <i>tillage</i> , Konvensional ke tanpa <i>Tillage</i> , dll).	LULUCF
	Optimalisasi Legum	Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dihitung sebagai emisi N ₂ O dari tanah pertanian (tanah olahan).	Pertanian
	Legum di Lahan Penggembalaan	Tidak termasuk saat ini. Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dapat dihitung dalam tanah pertanian (emisi N ₂ O langsung dari tanah olahan).	Pertanian
Pengelolaan Pupuk Kandang	Tidak termasuk saat ini. Emisi/ <i>Removal</i> (E/R) dapat dihitung sebagai emisi CH ₄ dari Pengelolaan Pupuk Kandang (Penanganan dan Penyimpanan pupuk kandang).	Pertanian	

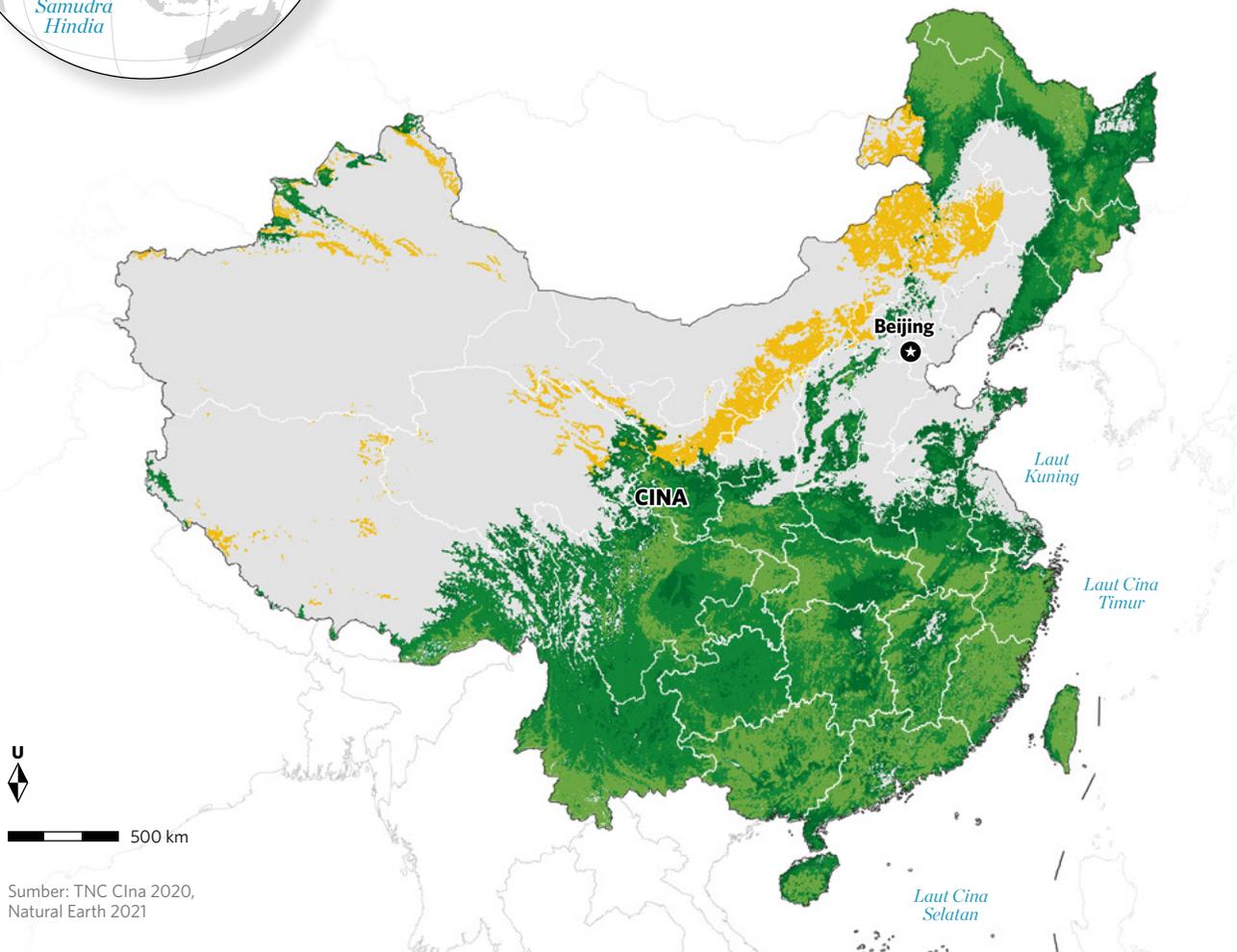
Gambar 11. Keselarasan Jalur dari Asesmen NCS Kanada dengan Laporan Inventarisasi Nasional dan Kategori UNFCC. Panjang dari larik yang berwarna menunjukkan kondisi penuh, sebagian, atau tidak ada keselarasan antara jalur NCS dan NIR





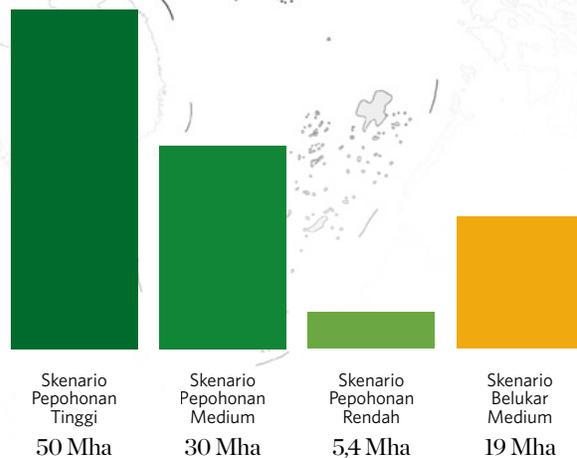
Gambar 12: Potensi area untuk restorasi dan peningkatan manajemen hutan di Cina (skenario tinggi memasukkan medium dan rendah, skenario medium memasukkan rendah)

Skenario Belukar Medium ■ Skenario Pepohonan Rendah ■
 Skenario Pepohonan Medium ■
 Skenario Pepohonan Tinggi ■



Sumber: TNC Cina 2020, Natural Earth 2021

Emisi gas rumah kaca Cina telah meningkat empat kali lipat dalam tiga dekade terakhir^[62]. Sebagai penghasil gas rumah kaca terbesar di dunia, Cina telah berjanji untuk menjadi negara netral karbon pada tahun 2060 dengan mengadopsi kebijakan ambisius dan terukur.



Solusi Berbasis Alam (NbS) mulai memasuki konteks kebijakan Cina dan diterima secara luas setelah Cina ikut memimpin simposium NbS pada KTT Iklim New York 2019. NbS mencakup strategi yang memanfaatkan alam untuk mengatasi perubahan iklim dan oleh karena itu tim Cina sering menggunakan istilah NbS dalam membangun hubungan dan komunikasi terkait kerja-kerja tim NCS. Situasi ini memudahkan orang terlibat dengan pekerjaan NCS karena mereka sudah terbiasa dengan NbS. Selain itu, pekerjaan NbS terhubung dengan beberapa kementerian yang berbeda, seperti: Kementerian Sumber Daya Alam, Kementerian Ekologi dan Lingkungan Hidup, Kementerian Pertanian dan Urusan Pedesaan, dan Badan Administrasi Kehutanan dan Padang Rumput Nasional. Tim TNC Cina telah dan masih menjalankan kerja-kerja terkait NCS/NbS selama lebih dari dua dekade, dengan demikian dapat membangun hubungan yang ada sekarang ini dengan menggunakan frasa NbS.

NCS tidak akan menjadi pengganti upaya pengurangan emisi dari sektor: energi, industri, dan transportasi, tetapi dapat melengkapinya untuk mencapai netralitas karbon pada tahun 2060. Dengan keselarasan di sekitar asumsi ini, tim NCS Cina terlibat dengan berbagai pemangku kepentingan, menerbitkan artikel ilmiah, dan mendukung penjangkauan dan pengembangan kebijakan untuk meningkatkan dampak. Dalam jendela politik tentang pembangunan yang “hijau”, berkelanjutan, dan rendah karbon yang terus terbuka selama beberapa dekade terakhir, memberikan dasar untuk memperkuat aksi-aksi NCS di Cina.

PENELITIAN LATAR BELAKANG

Beberapa provinsi sedang mengembangkan peta jalan untuk netralitas karbon Cina pada 2060 dan memberikan bukti potensi mitigasi NCS. Oleh karena itu, untuk menyelaraskan target kebijakan dengan janji

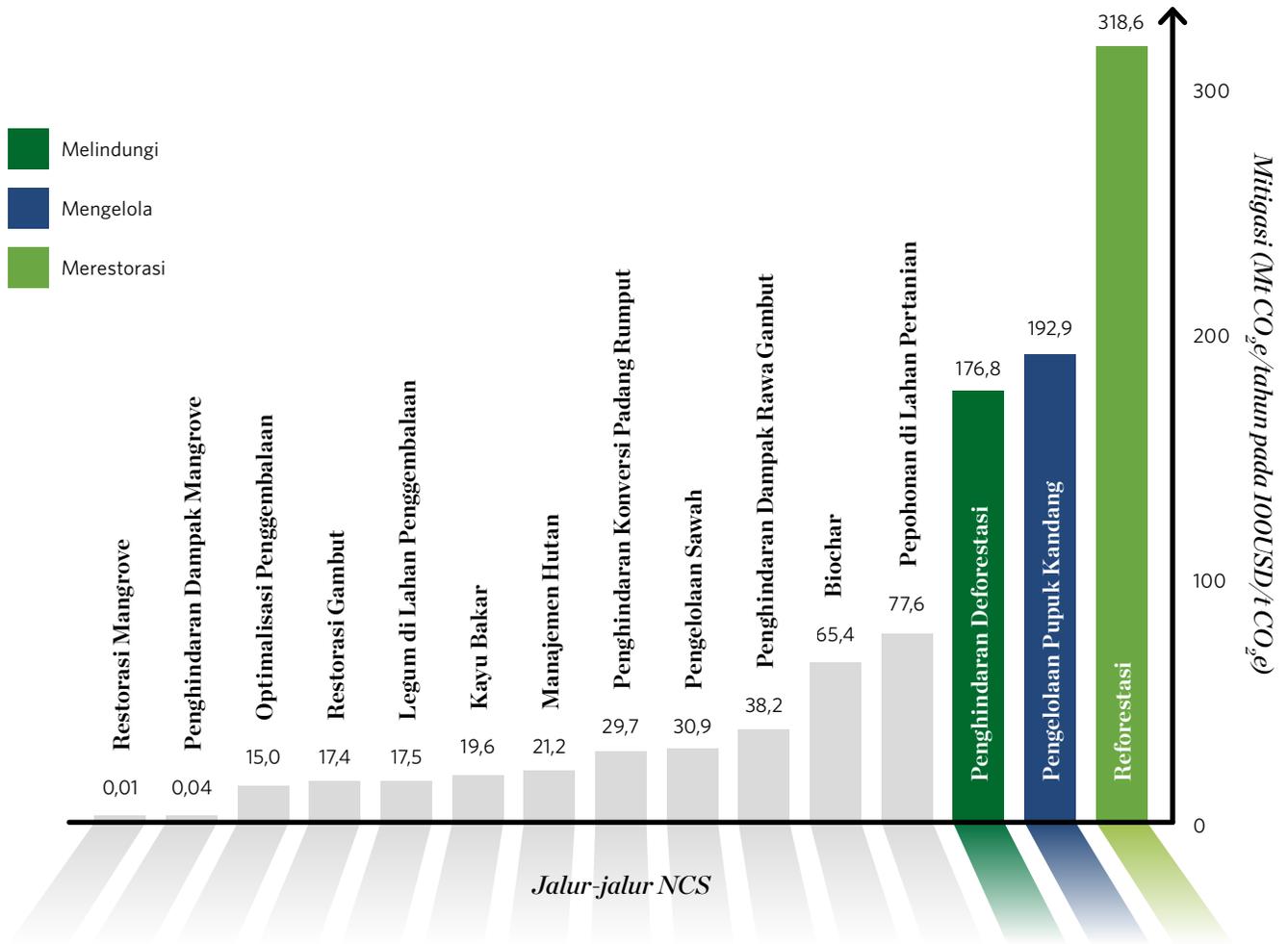
netralitas karbon ini, urutan waktu asesmen NCS ditetapkan ke tahun 2060. TNC dan para mitranya mengadakan serangkaian pertemuan untuk meninjau kebijakan publik NCS yang relevan di Cina, termasuk hutan, lahan basah, padang rumput, dan pertanian dengan tujuan mendapatkan prioritas jalur-jalur NCS Cina untuk analisis. Untuk lebih memahami potensi mitigasi jalur NCS yang hemat biaya, kami melakukan tinjauan pustaka yang difokuskan tidak hanya pada studi nasional dan regional di Cina, tetapi juga studi global. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pada pertengahan abad ke-21 serapan karbon bersih untuk sektor AFOLU di Cina akan menjadi sekitar 700 Mt CO₂e per tahun. ^[63].

Analisis global TNC menemukan bahwa *reforestasi* berpotensi mitigasi terbesar bagi negara. *Reforestasi* dan *peningkatan manajemen hutan* berkontribusi besar terhadap NDC Cina ^[64]. Presiden Xi mengumumkan bahwa Cina akan meningkatkan volume stok hutan sebesar 6 miliar m³ dibandingkan dengan tingkat tahun 2005 pada tahun 2030 ^[65]. Sebagai hasil dari target tersebut adalah upaya skala besar yang berkelanjutan untuk menambahkan pohon ke lanskap, lahan tambahan yang cocok untuk reforestasi telah berkurang secara bertahap, menempatkan *peningkatan manajemen hutan* ke dalam posisi yang signifikan berkontribusi pada peningkatan volume stok hutan. Sementara itu, di daerah yang sedikit air atau untuk mencegah penggurunan, secara ekologis semak belukar lebih sesuai untuk kegiatan restorasi berkelanjutan daripada pepohonan.

Luas total ekosistem “karbon biru” (area hutan mangrove, lamun, dan rawa payau) di zona pesisir Cina adalah 1.623–3.850 km² ^[66]. Total kapasitas serapan karbon dari berbagai jenis rawa di Cina adalah 4,91 Mt CO₂e per tahun ^[67]. Serapan karbon rata-rata tahunan dari sistem karbon biru ini adalah 1,28–3,06 Mt CO₂e per tahun. Namun, karena dampak gabungan dari perubahan iklim, reklamasi,



NbS menggabungkan sejumlah strategi yang menggunakan alam untuk mengatasi perubahan iklim. Tim Cina sering menggunakan lema NbS untuk mencakup kerja tim NCS.



Gambar 13. Potensi Mitigasi dari Cina berdasarkan data global. Gambar di atas diadaptasi dari NCS World Atlas China Factsheet

penggunaan sumber daya yang berlebihan, dan pencemaran lingkungan, ekosistem karbon biru mengalami degradasi sangat cepat di Cina [66].

Dalam 40 tahun terakhir, hasil pertanian Cina terus meningkat karena investasi yang tinggi. Menurut FAOSTAT, pada tahun 2018, konsumsi pupuk kimia Cina adalah 56,5 juta ton dan penggunaan pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium masing-masing menyumbang 26%, 19%, dan 27% dari total konsumsi global [68]. Penyimpanan karbon ekosistem padang rumput di Cina adalah sekitar 7,5% dari penyimpanan karbon ekosistem padang

rumpun dunia, yang menunjukkan potensi mitigasi yang besar dari perlindungan dan restorasi padang rumput [69,70]. Untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari sektor pertanian, Cina telah membuat sejumlah perundang-undangan dan peraturan. Pengurangan emisi pertanian telah ditempatkan pada posisi penting dalam Program Nasional Cina terhadap Perubahan Iklim sebagaimana disebutkan dalam Rencana Lima Tahun ke-12[71] dan Rencana Lima Tahun ke-13[72] untuk Mengontrol Emisi Gas Rumah Kaca. Pada NDC Cina, upaya-upaya yang terkait dengan pengelolaan unsur hara sangat penting untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Halaman sebelumnya: Lokasi proyek reforestasi di habitat kunci monyet emas Yunnan. © Liang Shan/TNC



Pegunungan berkabut dari Cagar Alam Laohegou, Provinsi Sichuan, Cina. © Nick Hall/TNC

Setelah mengumpulkan informasi yang memadai dari kebijakan dan tinjauan pustaka, kami mengadakan pertemuan informal dan formal dengan para ahli dari pemerintah, akademisi, publik, dan sektor swasta. Hal ini membantu kami lebih mudah memahami kebutuhan dan rencana strategis mereka untuk mengatasi perubahan iklim, dan untuk mengidentifikasi potensi hambatan dan peluang untuk mempromosikan NCS sebagai opsi hemat biaya untuk mencapai tujuan NDC.

JALUR NCS CINA

Anggota tim NCS terdiri dari staf lokal TNC Cina yang bekerja erat dengan staf tim global TNC dan para mitra global dan lokal lainnya. Dengan menggunakan data global ^[2,31,50] (lihat Gambar 13 di atas), tim mengidentifikasi tiga jalur hemat biaya teratas yang secara bersamaan akan mengurangi emisi hingga 688 Mt CO₂e/tahun: *reforestasi, pengelolaan unsur hara, dan penghindaran deforestasi.*

Meskipun data global menunjukkan potensi tinggi dari *penghindaran deforestasi* sebagai opsi mitigasi, konversi hutan permanen harus rendah berdasarkan *China Ecological Conservation Redline* ^[73] yang berupaya melindungi sistem ekologi penting di lebih dari seperempat daratan Cina. Sehingga stimulasi aksi-aksi tambahan terkait penghindaran konversi hutan permanen akan menjadi tantangan. *Reforestasi* dan *pengelolaan unsur hara*, keduanya memiliki potensi iklim yang hemat biaya yang penting di Cina. Selain itu, TNC Cina telah mengerjakan reforestasi dan pengelolaan hutan selama 20 tahun, yang saling melengkapi dan bersama-sama memberikan peluang besar untuk implementasi-opsi reforestasi dan pengelolaan hutan terbaru. Untuk alasan tersebut, *pengelolaan unsur hara, reforestasi, dan peningkatan manajemen hutan* terpilih sebagai jalur prioritas untuk analisis potensi mitigasi. Tim Cina bekerja dengan para ahli dari *Chinese Academy of Agriculture Sciences, Chinese Academy of Sciences, dan Chinese Academy of Forestry Sciences* untuk melakukan asesmen

berbasis keahlian dan pengaruh mereka di komunitas perubahan iklim di Cina.

PEMBELAJARAN

Membangun kemitraan strategis adalah langkah penting untuk membangun hubungan, menunjukkan kerja-kerja kita, dan memengaruhi proses pengambilan keputusan. Untuk memastikan hasil terlihat kredibel dan digunakan oleh pengambil keputusan dalam meningkatkan pelaksanaan NCS, untuk memanfaatkan hasil terbaik dari analisis, dan untuk meningkatkan implementasi NCS, kami bekerja sama dengan *National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)* di bawah Kementerian Ekologi dan Lingkungan dan *Institute of Climate Change and Sustainable Development (ICCS)* di bawah Tsinghua University. Keduanya adalah lembaga keahlian penting dan berpengaruh yang memberikan dukungan teknis dan kebijakan serta rekomendasi kepada para pembuat kebijakan tentang tata kelola iklim.

Menerbitkan artikel di jurnal terkenal juga penting untuk memengaruhi komunitas perubahan iklim di Cina. Pada awal tahun 2020, kami menerbitkan makalah NCS di jurnal *Advances in Climate Change Research* ^[74]. Temuan-temuan dalam makalah tersebut dimasukkan sebagai bahan referensi internal yang beredar di Kementerian Sumber Daya Alam. Selain itu, kami telah menyelesaikan buku ^[75] yang menyajikan metodologi dan praktik terbaik terkait intervensi-intervensi solusi berbasis alam.

Memfasilitasi kerja sama lintas sektor untuk memaksimalkan capaian kebijakan terkait iklim merupakan hal yang penting. NCS meliputi berbagai ekosistem, kebijakan-kebijakan terkait multiekosistem diatur oleh beberapa kementerian, (termasuk Kementerian Sumber Daya Alam, Kementerian Ekologi dan Lingkungan, Kementerian Pertanian dan Urusan Pedesaan, dan Badan Administrasi Kehutanan

dan Padang Rumput Nasional) karena struktur administratif di Cina. Untuk membuka potensi NCS secara holistik, baik di tingkat lapangan maupun di tingkat kebijakan, tim TNC Cina bekerja sama dengan departemen kunci di bawah beberapa kementerian, ketimbang mereka yang bertanggung jawab langsung atas kebijakan perubahan iklim.

NCS akan berperan penting dalam membantu Cina memenuhi janji netralitas karbonnya. Sebagai pendekatan “tanpa penyesalan”, NCS sangat penting bagi Cina untuk mencapai netralitas karbon, sekaligus memberikan manfaat bersama yang berharga bagi keanekaragaman hayati, masyarakat, dan ekonomi. Cina sedang mengembangkan Rencana Lima Tahun ke-14 dengan lima tahun ke depan yang menjadi periode penting dalam menentukan apakah Cina berhasil memenuhi janji ini. Rencana lima tahunan tersebut menunjukkan penekanan baru pada pembangunan “hijau”, berkelanjutan dan rendah karbon, yang meningkatkan potensi NCS untuk berkontribusi pada rancangan kebijakan dan implementasi di semua sektor dan kementerian.

Mengingat meningkatnya fokus publik dan fokus kebijakan pada NCS, di masa mendatang, TNC akan menyelidiki lebih lanjut jalur-jalur seperti restorasi lahan basah, konservasi pertanian, dan pengoptimalan penggembalaan. Upaya ini juga merupakan peluang besar untuk membangun hubungan yang lebih kuat dengan sektor pertanian dan penggembalaan. Lebih dari 60% dari total emisi gas rumah kaca berasal dari sektor swasta, sehingga penting untuk melibatkan korporasi untuk meningkatkan intervensi NCS. Pada awal tahun 2021, beberapa korporasi terbesar di Cina mengumumkan dimulainya proses perencanaan netralitas karbon, sementara korporasi yang lain berkomitmen untuk netralitas karbon pada tahun 2030 dan 2040. Sehingga ini adalah momen yang tepat untuk mengaktifkan investasi perusahaan dalam implementasi NCS.

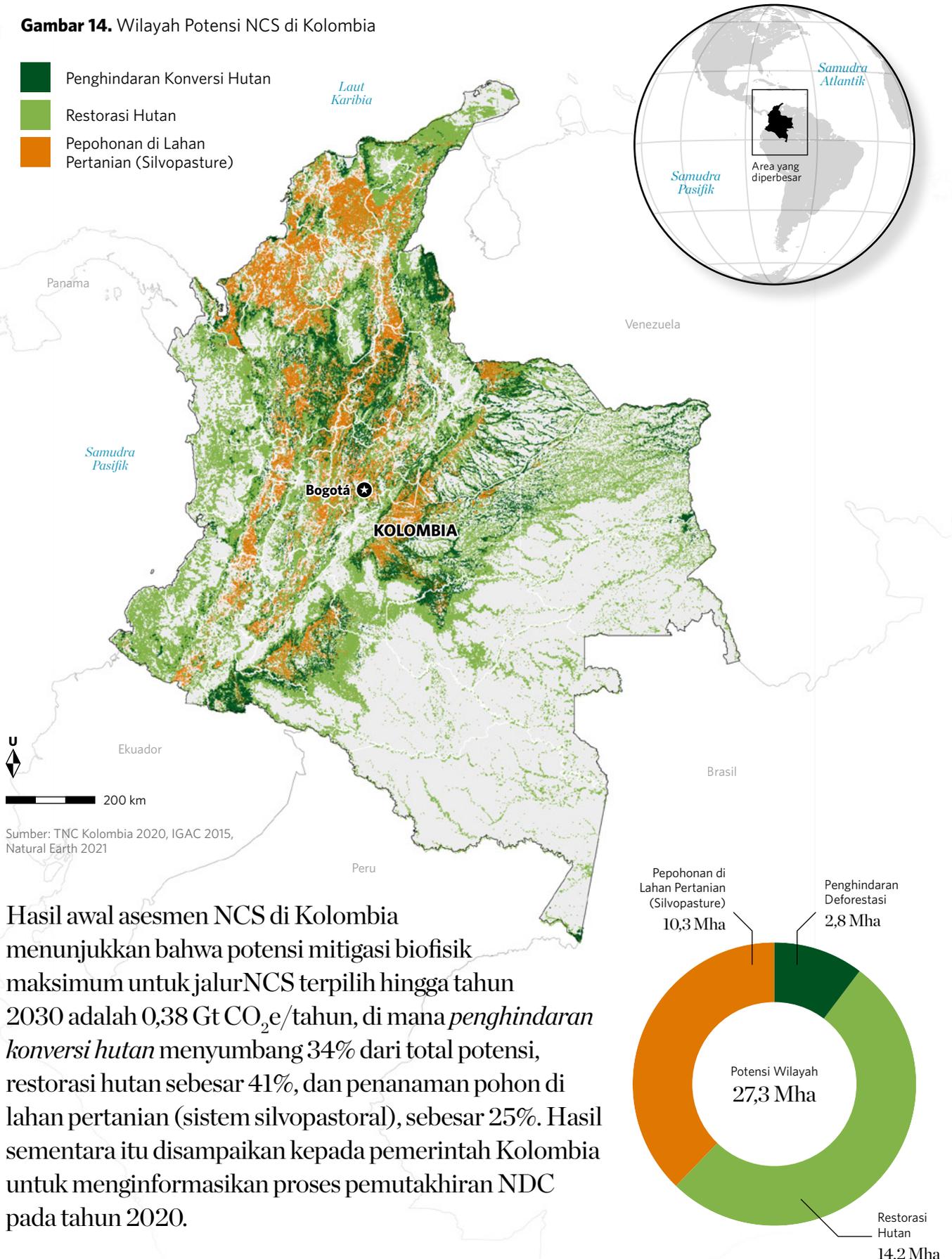


Kolombia

5.

Gambar 14. Wilayah Potensi NCS di Kolombia

- Penghindaran Konversi Hutan
- Restorasi Hutan
- Pepohonan di Lahan Pertanian (Silvopasture)



Sumber: TNC Kolombia 2020, IGAC 2015, Natural Earth 2021

Hasil awal asesmen NCS di Kolombia menunjukkan bahwa potensi mitigasi biofisik maksimum untuk jalur NCS terpilih hingga tahun 2030 adalah 0,38 Gt CO₂e/tahun, di mana *penghindaran konversi hutan* menyumbang 34% dari total potensi, restorasi hutan sebesar 41%, dan penanaman pohon di lahan pertanian (sistem silvopastoral), sebesar 25%. Hasil sementara itu disampaikan kepada pemerintah Kolombia untuk menginformasikan proses pemutakhiran NDC pada tahun 2020.

Dalam keputusan bersejarah yang diterbitkan pada akhir 2020, pemerintah Kolombia meningkatkan ambisi komitmen pengurangan emisi NDC menjadi 51% dibandingkan dengan *baseline* pada tahun 2010 –yang setara dengan pengurangan sekitar 169,4 Mt CO₂e setiap tahun hingga tahun 2030. Hampir 75% dari total mitigasi ini akan datang dari pengukuran emisi terkait dengan sektor AFOLU termasuk pengurangan deforestasi, restorasi, dan/atau penerapan sistem silvopastoral dan wanatani lainnya.

Saat ini, sektor AFOLU di Kolombia menyumbang 62% emisi negara (dibandingkan dengan 24% emisi pada skala global), terutama dari deforestasi, degradasi hutan, dan peternakan konvensional. Tingkat emisi yang tinggi dari sektor ini mencerminkan peluang untuk implementasi NCS yang berfokus pada perlindungan, pengelolaan, dan restorasi ekosistem alam untuk pengurangan emisi.

Pada tahun 2017, Kolombia menerbitkan Pajak Karbon Nasional, yang berlaku untuk perusahaan yang menggunakan bahan bakar fosil^[76,77]. Saat ini, pajak sekitar 5 dolar Amerika Serikat per ton CO₂e, yang meningkat setiap tahunnya sesuai dengan inflasi negara. Dalam konteks nasional saat ini, penting untuk disoroti bahwa ada dua pilihan yang memungkinkan bagi perusahaan yang terkena pajak. Yang pertama adalah secara langsung membayar jumlah yang mewakili emisi akibat penggunaan bahan bakar fosil, dan yang kedua adalah untuk mengimbangi jejak karbon

perusahaan melalui proyek-proyek yang dikembangkan di Kolombia yang menghasilkan kredit karbon, banyak di antaranya berada di sektor AFOLU. Untuk perusahaan swasta, kompensasi emisi sukarela juga dapat mewakili alternatif finansial di seputar pasar karbon.

PENELITIAN LATAR BELAKANG

Tinjauan pustaka kami mencakup makalah ilmiah yang diterbitkan dalam jurnal terindeks, tesis daring dan fisik yang disimpan di perpustakaan dari universitas, laporan-laporan resmi dari pemerintah pusat, dan laporan-laporan dengan hasil yang dikembangkan oleh TNC, lembaga swadaya masyarakat lainnya, dan sektor swasta. Kami mengumpulkan laporan dan peta resmi terbaru tentang deforestasi, kesesuaian lahan, dan rencana restorasi nasional, serta informasi spesifik negara tertentu tentang kandungan karbon dan jalur yang terkait dengan perubahan penggunaan lahan berdasarkan *business-as-usual* (misalnya, deforestasi) dan sejumlah alternatif NCS (misalnya; perlindungan dan restorasi hutan, sistem silvopastoral). Sebagai tambahan, dari analisis sebelumnya, TNC Kolombia telah mengembangkan informasi tentang stok karbon dan lintasan untuk jalur NCS utama di Kolombia untuk melengkapi informasi yang ada.

Kami mencari tren utama dalam kebijakan publik Kolombia yang ditujukan untuk mengatasi perubahan iklim, terutama di sektor AFOLU, dan mengidentifikasi tautan-tautan potensial ke jalur NCS yang berkontribusi lebih baik untuk memenuhi tujuan nasional dan internasional. Beberapa kebijakan yang ditinjau termasuk Strategi Kolombia dalam Pembangunan Rendah Karbon, Kebijakan Nasional Perubahan Iklim, dan Strategi Pengendalian Deforestasi dan Manajemen Hutan, yang terkait dengan NDC Kolombia dan bertujuan untuk mempromosikan sebuah tautan antara pertumbuhan ekonomi dan pengurangan emisi. Baik program tingkat negara dan regional dipertimbangkan, seperti Rencana Restorasi Nasional atau program Vision Amazonia.



Seorang perempuan di Kolombia terlibat dalam program peternakan berkelanjutan sedang memotong kayu yang digunakan untuk pagar, furnitur atau pakan ternak.
© Juan Arredondo/TNC

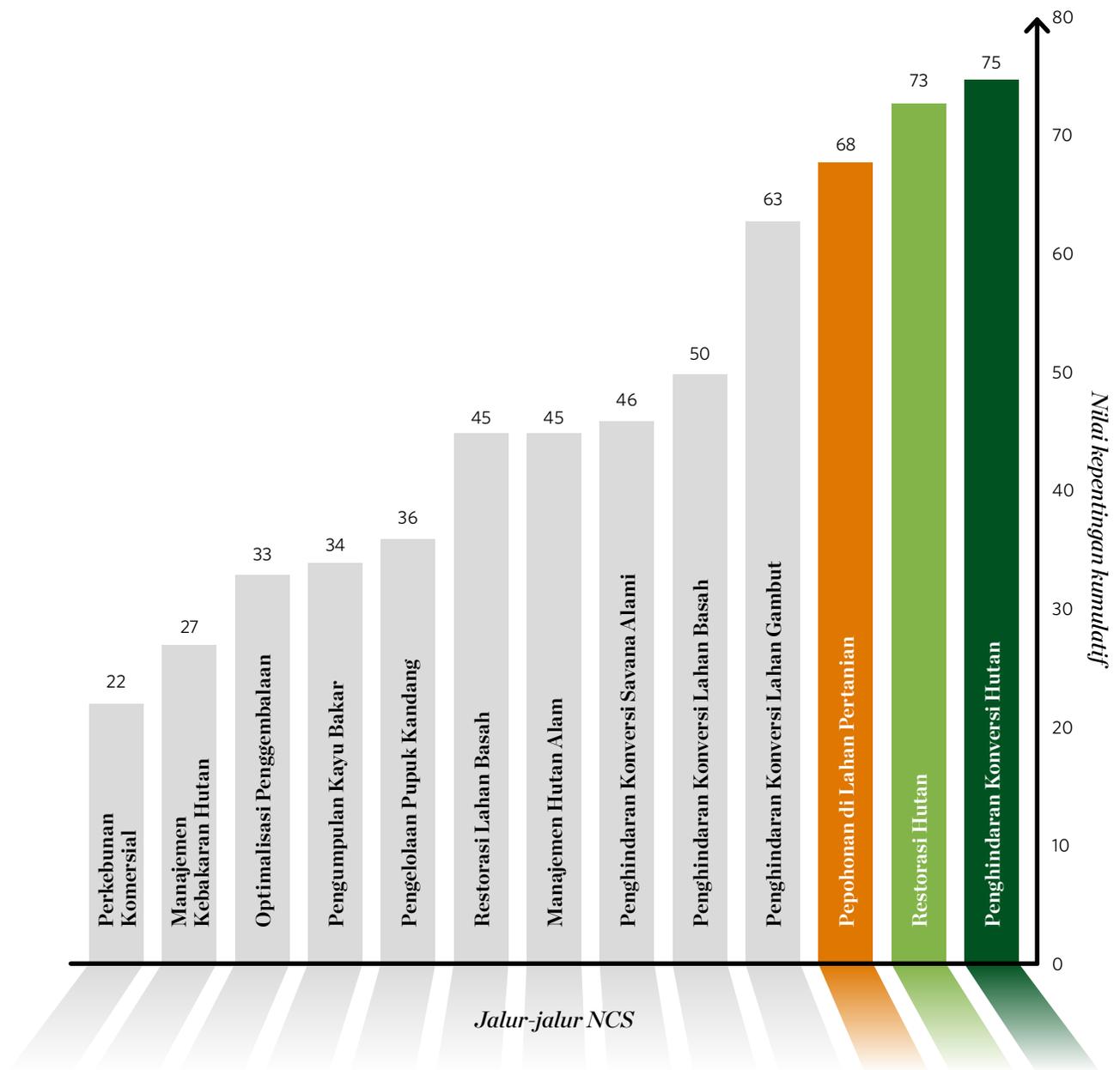
JALUR-JALUR NCS KOLOMBIA

Tim awalnya mengidentifikasi 13 jalur yang relevan di Kolombia dan menyempurnakan definisi mereka agar sesuai dengan kondisi setempat.

Kami melakukan proses terstruktur untuk lebih memprioritaskan analisis jalur NCS dengan memberikan rating tiap jalur berdasarkan sejumlah kriteria potensial yang dinilai oleh para pemangku kepentingan terkait dengan: potensi mitigasi, kepentingan pemerintah, kemungkinan manfaat bersama, ketersediaan data, dan kapasitas staf TNC. Pertemuan antara tim TNC Kolombia dan para ahli dari akademisi, publik, dan sektor swasta penting dalam memprioritaskan jalur-jalur NCS. Karena pertemuan ini membantu tim dalam memahami kebutuhan dan rencana strategis mereka untuk mengurangi emisi

karbon, dan untuk mengeksplorasi secara bersama-sama hambatan dan peluang dalam mempromosikan NCS sebagai pilihan hemat biaya untuk memenuhi tujuan pengurangan emisi dan mendukung proses pemutakhiran NDC untuk Kolombia.

Dari sektor publik Kolombia, kami bertemu dengan Kementerian yang mewakili Lingkungan Hidup dan Pembangunan Berkelanjutan, Pertanian dan Pembangunan Pedesaan, dan Luar Negeri untuk mempelajari tentang strategi pemerintah dalam memperbarui NDC dan untuk mendorong NCS sebagai cara untuk mendukung proses pemutakhiran NDC tersebut. Kami juga mengundang instansi teknis lain yang bertugas menghasilkan laporan nasional tentang hutan dan kandungan gas rumah kaca serta deforestasi, di antara informasi terkait lainnya, untuk berpartisipasi dalam pertemuan ini. Hal ini membantu kami memahami ketersediaan informasi atau data resmi yang dapat dimasukkan dalam asesmen NCS.



Gambar 15: Prioritas Jalur NCS untuk analisis di Kolombia, berbasis peringkat yang komprehensif

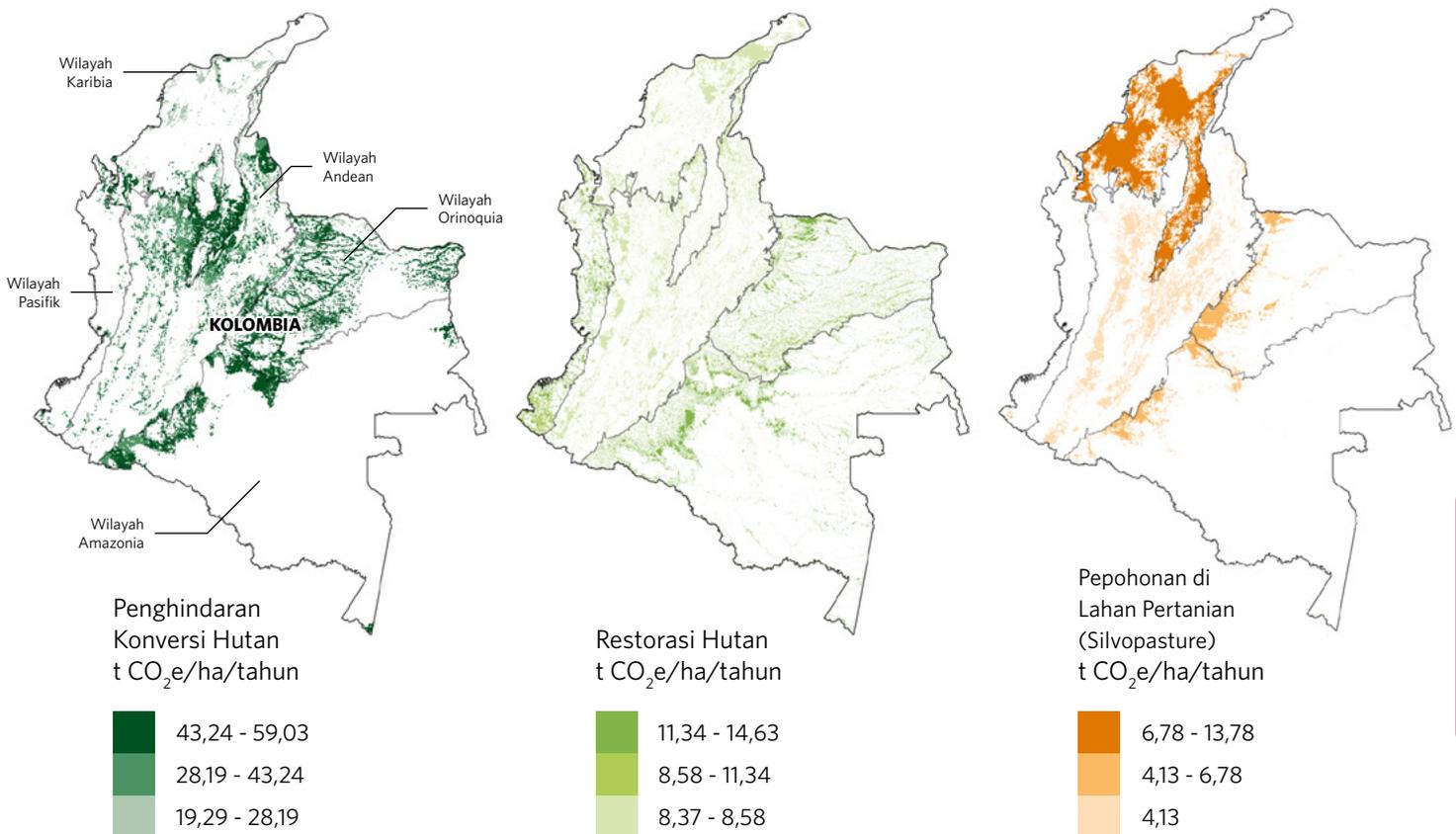
Terakhir, kami bertemu dengan pemangku kepentingan swasta, termasuk perusahaan dari sektor energi dan sektor industri di Kolombia yang telah berkomitmen untuk mengurangi emisi mereka. Pertemuan ini membantu kami mengidentifikasi jalur NCS yang dapat berkontribusi untuk memenuhi tujuan pengurangan emisi yang selaras dengan kepentingan mereka.

Tiga langkah yang diprioritaskan—*penghindaran konversi hutan, restorasi hutan, dan penanaman pohon di lahan pertanian* (sistem silvopastoral) – dinilai memiliki potensi tertinggi untuk berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim yang relevan bagi Kolombia untuk mencapai tujuan pengurangan emisi yang ditingkatkan baru-baru ini.

Kolombia adalah negara dengan keanekaragaman hayati terbanyak kedua per luas daratan di Bumi^[78], tetapi deforestasi, degradasi ekosistem, dan praktik produksi yang tidak berkelanjutan mengancam keanekaragaman hayati setempat. Oleh karena itu, analisis yang akurat tentang manfaat bersama keanekaragaman hayati yang tertaut dengan potensi mitigasi dari setiap jalur NCS akan membantu menyoroti daerah-daerah kunci yang harus dilindungi dan direstorasi di Kolombia. Tim TNC Colombia telah menilai habitat dan distribusi lebih dari 7.000 spesies vertebrata, dengan penekanan pada spesies yang terancam dan endemik. Asesmen ini bertujuan untuk menghubungkan potensi mitigasi dari jalur NCS

prioritas di Kolombia dengan indeks keanekaragaman hayati dalam hal kekayaan dan keterwakilan hayati.

Selain itu, tim TNC Kolombia sedang melakukan asesmen lanjutan terhadap manfaat bersama terkait air dan sosial, serta analisis biaya dari setiap jalur NCS dengan harga karbon yang berbeda, termasuk pajak karbon saat ini di Kolombia (5USD/tCO₂e). Terakhir, analisis hambatan dan peluang untuk implementasi aktivitas NCS di sektor swasta dan publik Kolombia akan memberikan wawasan untuk mempromosikan NCS sebagai katalis pasar karbon di negara tersebut, dan sebagai alternatif finansial bagi masyarakat lokal.



Gambar 16: Potensi mitigasi tahunan maksimal dari jalur NCS: *penghindaran konversi hutan dan pepohonan di lahan pertanian (sistem silvopastural)* di Kolombia pada 2030

Sources: TNC Colombia 2020, IGAC 2015



Di luar mitigasi, tim TNC Kolombia menganalisis keanekaragaman hayati, air, dan manfaat bersama sosial untuk menyorot area-area kunci di masa depan untuk melindungi dan merestorasi. Analisis biaya pada poin-poin harga yang berbeda serta analisis tantangan dan kesempatan membantu untuk menjelaskan rute yang layak untuk implementasi.



Tim TNC Kolombia melakukan pelatihan di lapangan tentang perkebunan kakao di wilayah Amazon, Kolombia. © Adrian Rico

PEMBELAJARAN

Kolombia memiliki kerangka kerja kebijakan dan kelembagaan yang kuat untuk perubahan iklim yang menetapkan sejumlah kriteria untuk menerapkan NCS. Namun, kerangka kerja yang ada ini membawa serta sekumpulan hambatan yang mempengaruhi implementasi NCS. Hambatan yang telah diidentifikasi oleh tim TNC mencakup:

- Tingkat pergantian pegawai negeri sipil yang tinggi berdampak pada efektivitas lembaga-lembaga pengambil keputusan.
- Koordinasi antar lembaga dan kewilayahan tidak didukung oleh alokasi anggaran dan personel, sehingga menyulitkan implementasinya karena bergantung pada kemauan dan kapasitas personal masing-masing pegawai negeri sipil.
- Tidak ada penyesuaian yang jelas antara instrumen perencanaan untuk mengatasi perubahan iklim dan instrumen perencanaan penggunaan lahan, atau sistem pemantauan yang menjamin asesmen

spasial dari program-program tersebut akan diterapkan di negara tersebut.

- Di Kolombia, hanya 37% rumah tangga pedesaan yang merupakan pemilik tanah, dan dari jumlah rumah tangga tersebut hanya 59% yang memiliki sertifikat kepemilikan resmi.
- Tidak ada cara sederhana dan terstandar untuk menilai efektivitas NCS yang diterapkan pada skala geografis yang berbeda dan yang diadaptasi dengan konteks intervensi tertentu. Terdapat interoperabilitas rendah antar sektor dan antar mekanisme pemantauan regional dan nasional.
- Setiap rencana perubahan iklim sektoral dan teritorial harus mengidentifikasi dan memasukkan sumber pendanaan yang diperlukan untuk menerapkan prioritas pengukuran dan mengurangi ketergantungan yang berlebihan pada sumber daya kerja sam internasional.
- Kota-kota yang menyumbang 84% deforestasi di Kolombia adalah juga yang paling terpengaruh dampak kemiskinan, konflik, dan tata kelola pemerintahan yang lemah.



Ladang penggembalaan ternak di San Martin, Meta, Kolombia. © Juan Arredondo/TNC

Analisis terhadap hambatan dan peluang untuk mengimplementasikan kegiatan NCS di sektor swasta Kolombia telah menunjukkan bahwa:

- Investasi atau aktivitas lingkungan yang paling penting bagi sebagian besar perusahaan swasta adalah investasi atau aktivitas lingkungan yang memengaruhi mereka secara langsung, bisnis inti dan keuangan mereka dalam jangka pendek. Situasi ini dapat mengindikasikan sektor AFOLU dan sektor energi lebih mungkin untuk mengimplementasikan kegiatan NCS.
- Kurangnya pengetahuan dalam entitas keuangan tentang proyek NCS, -tingkat keuntungan, risiko, dan tipe jaminannya- menjadi penghalang bagi sektor swasta untuk berinvestasi dalam inisiatif NCS.
- Sangat sedikit perusahaan atau individu yang memiliki kapasitas untuk melaksanakan proyek terkait keanekaragaman hayati dan perubahan iklim dalam skala besar yang diperlukan untuk mencapai efektivitasnya.
- Tata guna lahan di Kolombia bersifat lemah secara hukum, yang menjadi penghalang untuk melaksanakan banyak proyek dan pembebasan lahan.

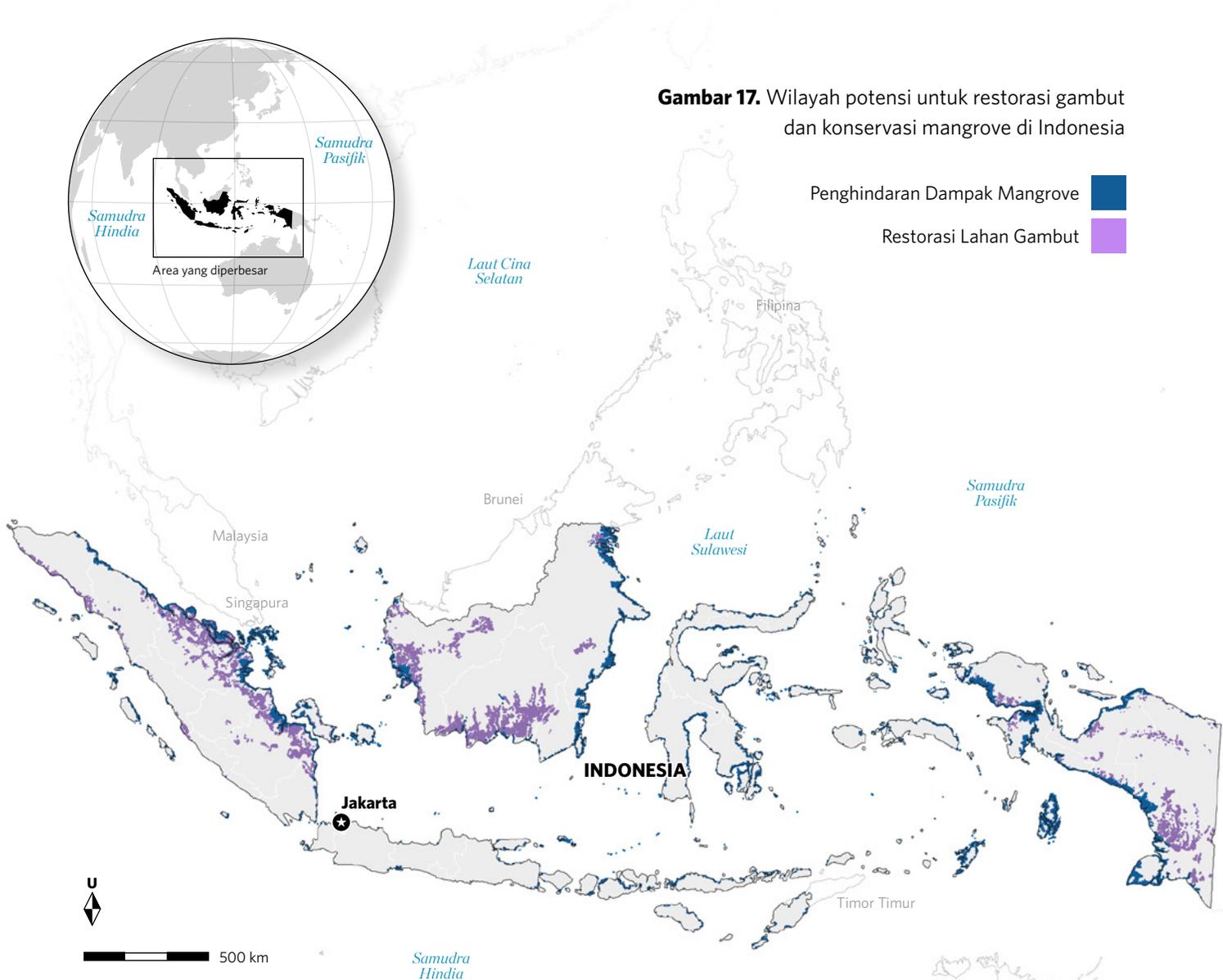
Upaya yang kami anggap relevan untuk mengatasi hambatan tersebut mencakup:

- Berkontribusi pada rancangan strategi lokal untuk perencanaan penggunaan lahan pada skala lanskap di wilayah yang ditargetkan untuk mengimplementasikan NCS.
- Mendukung pemerintah Kolombia dalam menentukan agenda strategis antar-sektor dan dalam menyelaraskan kebijakan penerapan NCS yang relevan.
- Melengkapi upaya perencanaan penggunaan lahan di tingkat lokal dengan mengadopsi perspektif perencanaan lahan mikro dalam proses implementasi NCS.
- Memfasilitasi ruang partisipasi yang mendorong dinamika perencanaan wilayah di wilayah prioritas untuk implementasi NCS.
- Melengkapi model intervensi yang terkait dengan skema peningkatan pendapatan NCS yang terintegrasi kegiatan penguatan rantai nilai dengan upaya pengelolaan lanskap. Hal ini sangat penting di kota-kota yang terletak di *hotspot* deforestasi, yang umumnya dipengaruhi oleh kemiskinan, konflik, dan tata kelola pemerintahan yang lemah.

Indonesia



5.

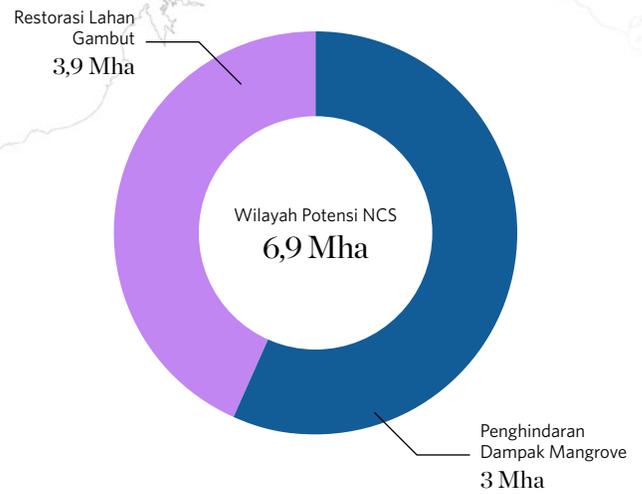


Gambar 17. Wilayah potensi untuk restorasi gambut dan konservasi mangrove di Indonesia

Penghindaran Dampak Mangrove ■
 Restorasi Lahan Gambut ■

Sumber: Yayasan Konservasi Alam Nusantara, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2019, Kementerian Pertanian 2011, Natural Earth 2021

Dengan keragaman hutan tropisnya, Indonesia adalah titik api lahan basah, rumah dari rawa gambut dan sistem mangrove yang merupakan ekosistem padat karbon di daerah tropis. Meski hanya mencakup sejumlah kecil dari total hutan di Indonesia, lahan basah dapat berperan penting dalam mencapai tujuan penurunan emisi Indonesia.





Nelayan melewati hutan mangrove di Kota Langsa, Provinsi Aceh, Indonesia. © Junaidi Hanafiah/TNC

Indonesia telah mengalami kemajuan ekonomi yang luar biasa selama dua dekade terakhir, menjadikan negara ini sebagai negara dengan pertumbuhan ekonomi G20 tercepat kedua. Indonesia telah meratifikasi Perjanjian Paris dan menyerahkan NDC pertamanya. Negara ini telah berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% tanpa syarat dan hingga 41% secara bersyarat (yaitu, apabila disediakan dukungan pendanaan internasional) pada tahun 2030 dibandingkan skenario emisi dasar (*business-as-usual*) berdasarkan *baseline* pada tahun 2010. Emisi gas rumah kaca tahunan dari 2006 -2016 rata-rata 711 Mt CO₂e^[79]. Sektor kehutanan merupakan sumber utama (44%) emisi gas rumah kaca di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir, dan diharapkan berkontribusi hingga 17% (497 Mt CO₂e) dari target tanpa syarat. Sumber utama emisi berasal dari sektor AFOLU melalui dekomposisi lahan gambut, kebakaran lahan gambut, dan perubahan penggunaan lahan menjadi lahan pertanian. Indonesia diperkirakan memiliki potensi NCS tertinggi di antara negara tropis^[80].

Selain hutan tropis yang selalu hijau, Indonesia adalah titik panas lahan basah, rumah bagi lahan gambut dan sistem mangrove yang merupakan ekosistem paling padat karbon di daerah tropis. Meskipun hanya menutupi sebagian kecil dari total kawasan hutan di Indonesia, lahan basah dapat memainkan peran penting dalam memenuhi tujuan penurunan emisi Indonesia. Indonesia memiliki 126 juta ha wilayah yang diklasifikasikan sebagai hutan, di mana 45% ditujukan untuk konservasi dan perlindungan, sedangkan sisanya untuk produksi. Terdapat 14,9 juta ha lahan gambut di Indonesia, yang merupakan 84% dari karbon lahan gambut di Asia Tenggara^[81] dan 18% dari volume lahan gambut secara global^[82]. Hutan mangrove menutupi 3,3 juta ha di sepanjang 95.000 km garis pantai Indonesia,^[83] yang terbesar dari negara mana pun di dunia.

Ada kemungkinan besar bahwa pemerintah Indonesia tidak akan meningkatkan ambisi pengurangan emisi untuk pemutakhiran NDC saat ini, karena target saat ini dianggap tinggi dengan latar

belakang tujuan pertumbuhan ekonomi bangsanya. Fokus pemerintah Indonesia adalah menerapkan strategi untuk memenuhi targetnya saat ini. Namun, pemerintah Indonesia tidak mengesampingkan peningkatan ambisi untuk pemutakhiran NDC di masa mendatang. Dalam konteks ini, asesmen NCS yang mencakup faktor ilmu pengetahuan, ekonomi, dan kebijakan dapat memberikan wawasan tentang ke mana sumber daya dapat diarahkan secara paling efisien. Hal ini juga akan memberikan landasan dan keyakinan pada peningkatan ambisi masa depan dan di saat yang sama memposisikan Indonesia untuk mendapatkan lebih banyak pengakuan dan insentif untuk upaya pengurangan emisi di masa depan.

PENELITIAN LATAR BELAKANG

The Nature Conservancy dan mitra lokalnya di Indonesia, Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN), bersama-sama menyelenggarakan lokakarya nasional di Bogor pada bulan Januari 2020 untuk membahas jalur NCS prioritas di Indonesia untuk asesmen NCS Indonesia. Proses pemilihan jalur prioritas NCS dilakukan bersama dengan Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), yang melibatkan pembuat kebijakan, ilmuwan dan pusat penelitian berpengaruh, sektor swasta, dan lembaga swadaya masyarakat.

Salah satu tujuan utama asesmen NCS Indonesia adalah untuk memberikan bukti ilmiah yang kuat kepada pemerintah Indonesia guna mengoptimalkan peluang mitigasi dan dengan demikian mendukung Indonesia dalam mencapai target NDC pada tahun 2030. Indonesia telah menerima persetujuan untuk dua pembayaran berbasis hasil REDD+ dari Norwegia dan Green Climate Fund sebagai hasil dari upaya negara untuk mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan. Sementara metodologi dan sistem pemantauan untuk jalur *penghindaran konversi*

hutan sudah cukup maju di Indonesia, perbaikan pemantauan nasional untuk jalur-jalur lain, misalnya terkait *restorasi lahan gambut* dan *pengelolaan hutan berkelanjutan*, masih diperlukan.

Indonesia sedang dalam proses pemutakhiran Tingkat Emisi Referensi Hutan (FREL) pertamanya yang diterbitkan pada tahun 2015 silam. FREL kedua, yang rencananya diserahkan pada akhir tahun 2021, akan memiliki dua perbaikan utama: (1) penambahan lebih banyak upaya mitigasi dan (2) peningkatan data aktivitas dan faktor emisi yang menggunakan metodologi dengan tingkat yang lebih tinggi (yaitu, lebih kompleks dan akurat berdasarkan pedoman IPCC ^[84]) dan ilmu pengetahuan terbaik yang tersedia. FREL pertama mencakup tiga upaya mitigasi emisi yang dapat dicegah: deforestasi, degradasi, dan dekomposisi lahan gambut. Dalam FREL kedua, pemerintah Indonesia (kemungkinan besar) akan menambahkan tiga intervensi lagi, yang terkait dengan emisi kebakaran lahan gambut, karbon tanah mangrove, dan reforestasi. Program NCS Indonesia akan memberikan dukungan teknis kepada Pemerintah Indonesia untuk meningkatkan metodologi penghitungan gas rumah kaca untuk kebakaran lahan gambut, dekomposisi lahan gambut, dan penghindaran dampak emisi hutan mangrove.

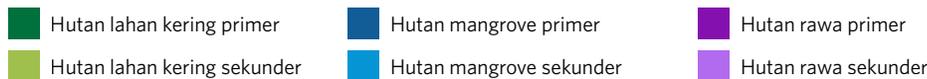
Program NCS Indonesia memberikan dukungan ilmiah dan teknis yang kuat, seperti metodologi akuntansi untuk dampak gambut dan mangrove, kepada para pembuat keputusan nasional untuk mengoptimalkan peluang mitigasi dan mendukung pencapaian target NDC.

JALUR NCS INDONESIA

Jalur prioritas dipilih berdasarkan bukti ilmiah yang tersedia saat ini, potensi mitigasi, efektivitas upaya mitigasi, dan keselarasan dengan strategi nasional. Tujuh strategi NCS diprioritaskan untuk asesmen NCS



Gambar 18. Tutupan lahan di Indonesia



Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia, 2019, Natural Earth 2021

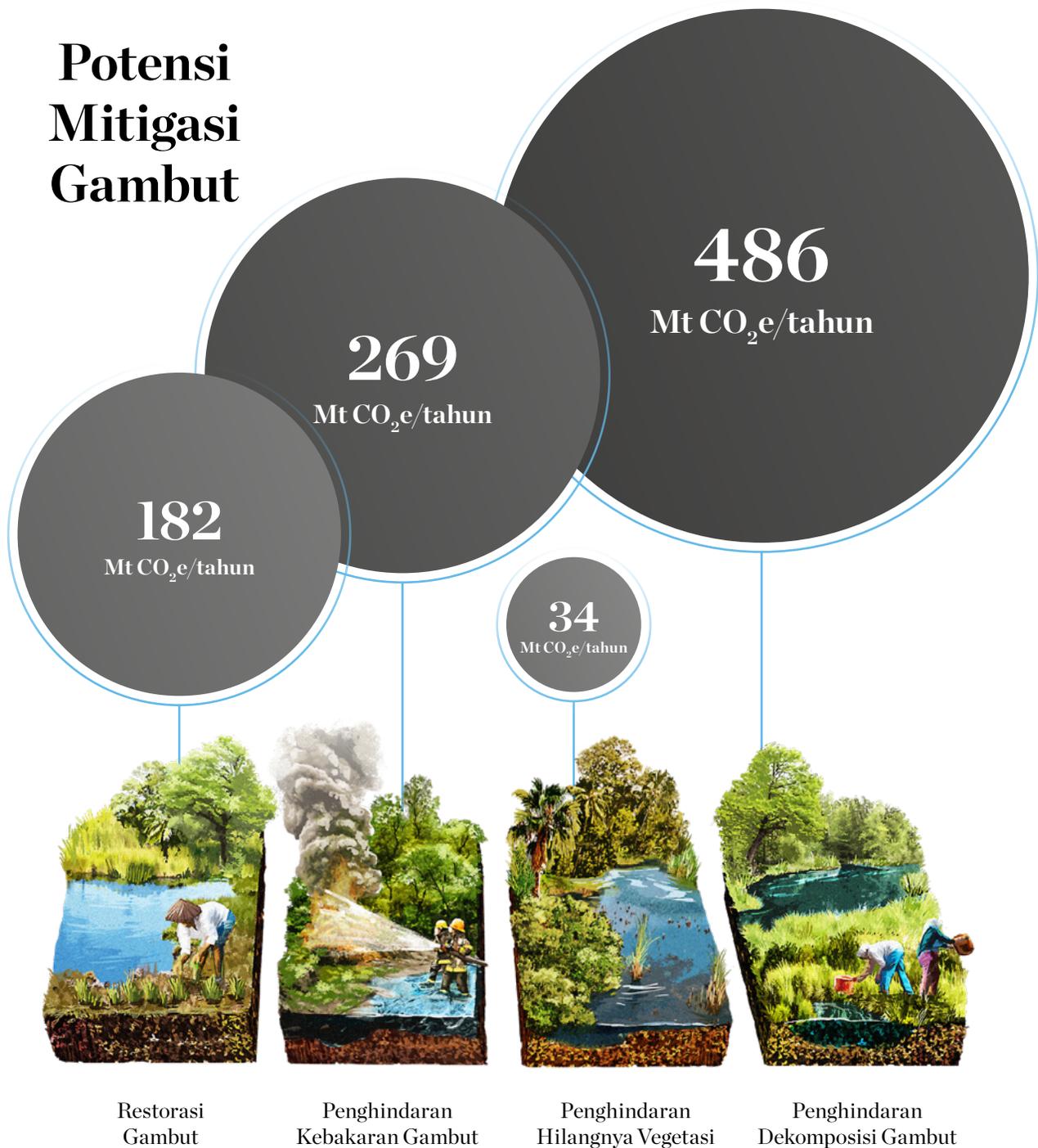
Indonesia: *penghindaran konversi hutan, reforestasi, pengelolaan hutan berkelanjutan, penghindaran dampak lahan gambut, restorasi lahan gambut, penghindaran dampak hutan mangrove, dan restorasi hutan mangrove.*

Mitigasi lahan gambut memiliki potensi NCS tertinggi dibandingkan dengan strategi lain, dan termasuk penghindaran deforestasi (kehilangan vegetasi dan dekomposisi lahan gambut), penghindaran kebakaran lahan gambut, dan restorasi lahan gambut melalui pembasahan ulang. Berdasarkan analisis kami, penghindaran dekomposisi lahan gambut akibat perubahan tutupan lahan berpotensi mengurangi 459 Mt CO₂e/tahun, diikuti oleh 217 Mt CO₂e penghindaran emisi dari kebakaran lahan gambut. Sebagian besar emisi lahan gambut berasal dari tanah, sedangkan hilangnya vegetasi hanya mengeluarkan 42 Mt CO₂e/tahun. Restorasi lahan gambut merupakan strategi yang menjanjikan dan berpotensi mengurangi 205 Mt CO₂e/tahun, tetapi tidak dapat mengimbangi emisi akibat penggunaan lahan atau perubahan tutupan lahan di lahan gambut. Secara keseluruhan, kami telah

menghitung bahwa potensi pengurangan emisi dari penghindaran konversi lahan gambut, penghindaran kebakaran lahan gambut, dan restorasi lahan gambut diperkirakan mencapai 924 Mt CO₂e/tahun, yaitu hampir dua kali lipat dari target pengurangan emisi dari sektor kehutanan yang dinyatakan dalam NDC Indonesia (497 Mt CO₂e/tahun) (*lihat Gambar 19*).

Indonesia memiliki tutupan hutan mangrove terbesar di dunia, dengan perkiraan stok C ekosistem dilaporkan sebesar 563^[2] dan 951-1.083 t C/ha^[85,86]. Analisis kami menemukan jumlahnya menjadi 1,063±47 t C/ha. Melalui studi NCS Indonesia, tim kami mengumpulkan kumpulan data yang komprehensif dan terkini yang dapat memberikan informasi yang diperlukan kepada pembuat kebijakan untuk menentukan nilai-nilai konservasi dan restorasi sehubungan dengan strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Perkiraan jumlah mangrove sebelumnya dari IPCC (2014))^[87] dan Griscom et al. (2017)^[2] masing-masing 2,6 kali dan 5 kali lebih rendah dari perkiraan resmi Indonesia baru-baru ini. Kami bekerja untuk menyempurnakan

Potensi Mitigasi Gambut



Gambar 19: Potensi penurunan emisi dari penghindaran dampak lahan gambut dan restorasi gambut di Indonesia

estimasi sebelumnya dengan menggunakan data Tier 2 (tingkat menengah) untuk berkontribusi dalam memperbaiki faktor emisi resmi untuk hutan mangrove (yang digunakan di seluruh Indonesia untuk memperkirakan emisi dari data tingkat aktivitas). Ada beberapa studi terbatas tentang emisi karbon tanah

dari ekosistem hutan mangrove di Indonesia, tetapi mengabaikan sumber karbon yang signifikan ini akan menghambat kemampuan Indonesia untuk mencapai target pengurangan emisinya pada tahun 2030. Karbon tanah mangrove sedang dipertimbangkan untuk FREL kedua.



Program NCS Indonesia menyediakan dasar ilmu pengetahuan yang kuat dan dukungan teknis, seperti metode akuntansi untuk dampak mangrove dan gambut, hingga pengambil keputusan di tingkat nasional guna mengoptimalkan potensi mitigasi dan mendukung pencapaian target NDC.

PEMBELAJARAN

Sasaran pemerintah yang pada akhirnya memerlukan alokasi sumber daya, tidak hanya ditentukan oleh temuan ilmiah, melainkan oleh faktor lain seperti politik dan kepentingan sektoral. Sementara nilai asesmen ilmiah mungkin sangat jelas bagi para ilmuwan, para pembuat kebijakan juga ingin mempertimbangkan hal yang akan membantu mereka dalam memprioritaskan penggunaan sumber daya yang terbatas sembari mendapatkan hasil terbaik. Oleh karena itu, penting bahwa sebuah studi juga memberikan nilai tambah mengenai pertimbangan lain yang akan menginformasikan prioritas keilmuan pemerintah. Selain memberikan analisis ilmiah yang menjadi fokus studi, asesmen NCS Indonesia juga akan menganalisis hambatan ekonomi dan hambatan kebijakan untuk implementasinya.

Iklim seringkali tidak dimasukkan sebagai pertimbangan utama pembangunan suatu bangsa, sehingga ilmu pengetahuan yang mengintegrasikan iklim dan pembangunan merupakan komponen penting untuk mendasari rancangan kebijakan. Oleh karena itu, komunitas ilmiah perlu memainkan peran yang lebih besar dalam menyediakan berbagai sains dalam menginformasikan dan memandu bagaimana kebijakan tersebut diterapkan. Pertumbuhan ekonomi sangat penting bagi pemerintah, di samping menarik investasi internasional. Penting untuk mengintegrasikan analisis kelayakan ekonomi ke dalam asesmen NCS Indonesia yang akan menunjukkan dan memanfaatkan kesempatan yang saling menguntungkan antara mitigasi perubahan iklim dan pembangunan ekonomi.

Meskipun ilmuwan dan lembaga swadaya masyarakat mungkin ingin berkontribusi dalam mempertajam kebijakan, kenyataannya adalah bahwa proses pembuatan kebijakan seringkali tidak inklusif. Mengarahkan lanskap pembuatan kebijakan adalah suatu seni yang harus dilakukan dengan keterlibatan di semua tingkat, di seluruh staf teknis dan berbagai tingkat manajemen, untuk memastikan komunikasi strategis dan tepat waktu yang efektif dalam jendela peluang yang kecil. Pendekatan ini akan memberikan pesan kuat yang berfokus pada ilmu pengetahuan dan bagaimana sains dapat digunakan dan diimplementasikan, sehingga meningkatkan prospek untuk didengar dan ditindaklanjuti.

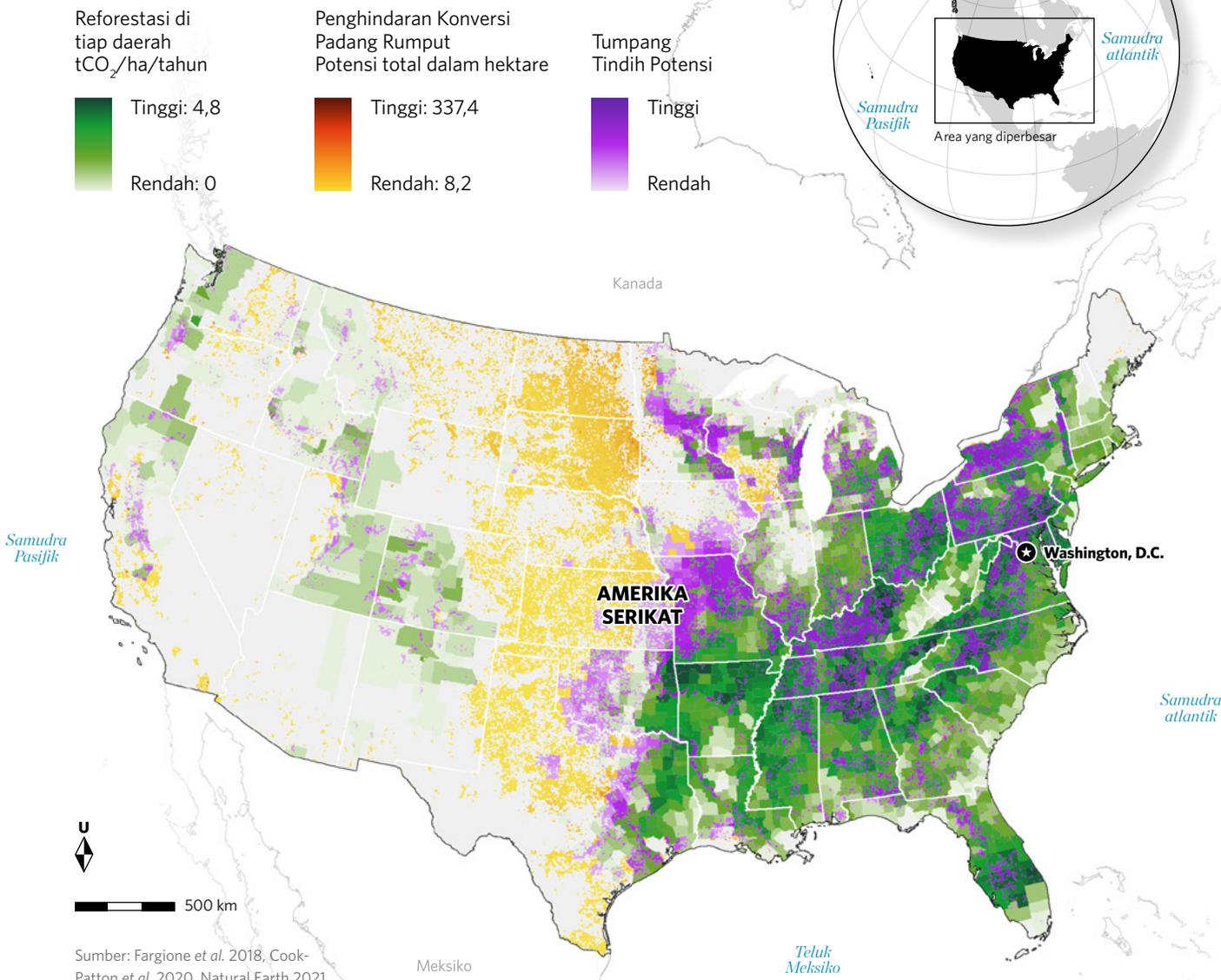
Diseminasi kerja-kerja NCS kami melalui serangkaian pertemuan dan lokakarya dengan perwakilan Pemerintah Indonesia mendukung penggunaan ilmu pengetahuan terbaik yang tersedia oleh para pembuat keputusan. Untuk meningkatkan kesadaran publik tentang kerja-kerja NCS dan kesempatan penelitian untuk mendukung implementasi NCS, kami juga menyelenggarakan webinar nasional tentang NCS pada bulan Oktober 2020 dan tentang mangrove pada bulan April 2021. Kami mengundang pembicara yang berpengaruh, termasuk ilmuwan NCS, perwakilan pemerintah pusat dan daerah, perwakilan dari organisasi masyarakat sipil, dan publik. Kami juga secara rutin memperbarui platform media sosial (Instagram) kami untuk semua jalur NCS prioritas dan menerbitkan artikel kami terkait penelitian kebakaran lahan gambut di majalah dan surat kabar terkemuka.



Amerika Serikat



Gambar 20: Potensi mitigasi NCS tertinggi yang berdekatan di Amerika Serikat. Area yang memiliki potensi tumpang tindih disorot dalam warna ungu. Pemetaan dengan skala yang lebih halus dibutuhkan dalam perencanaan implementasi



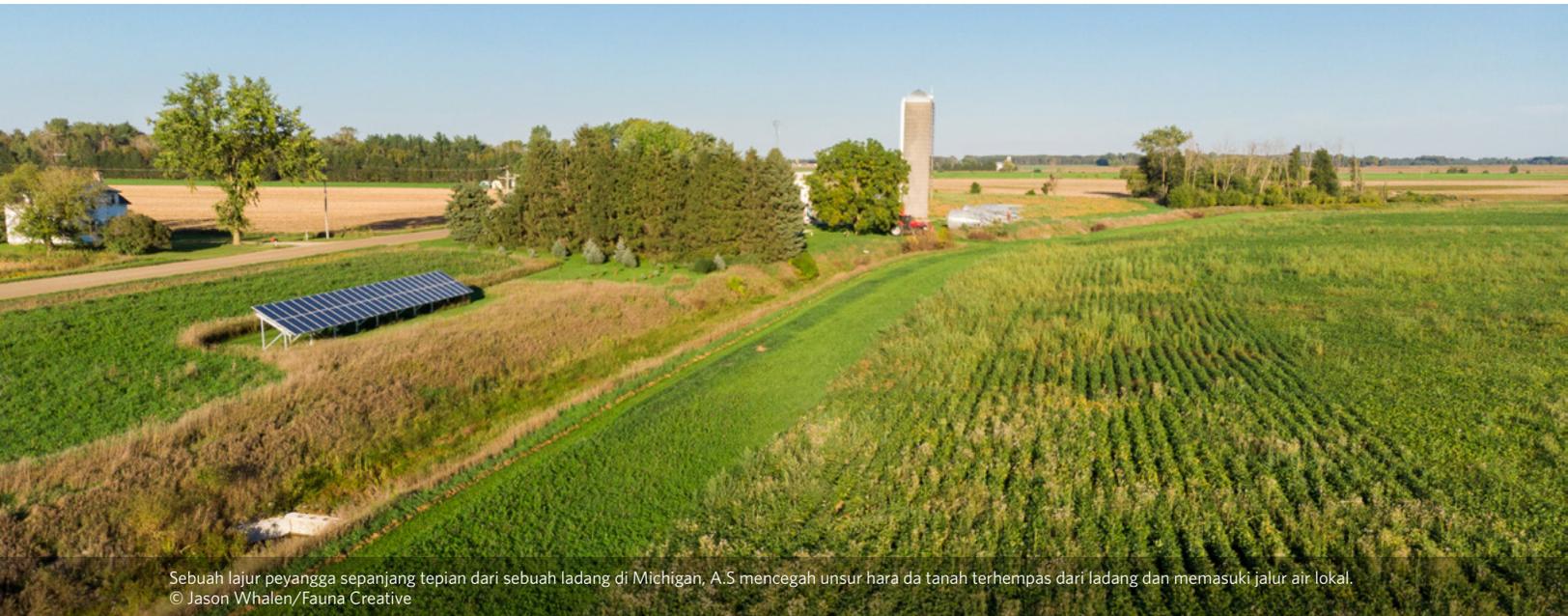
Setelah menerbitkan dan diseminasi studi NCS global, kami menyadari bahwa pembuat keputusan membutuhkan asesmen tingkat nasional untuk menginformasikan upaya yang dilakukan. Asesmen NCS untuk Amerika Serikat^[39] mewakili analisis tingkat nasional pertama kami. Kami dapat memanfaatkan kerangka kerja umum, aturan akuntansi, dan pengembangan kerangka pengaman dalam studi NCS global, meskipun kami memodifikasi jalur-jalur agar sesuai dengan Amerika Serikat.

Wilayah Penghindaran Konversi Padang Rumput

0,7 Mha

Wilayah reforestasi

54 Mha



Sebuah lajur peyangga sepanjang tepian dari sebuah ladang di Michigan, A.S mencegah unsur hara dan tanah terhempas dari ladang dan memasuki jalur air lokal.
© Jason Whalen/Fauna Creative

PENELITIAN LATAR BELAKANG

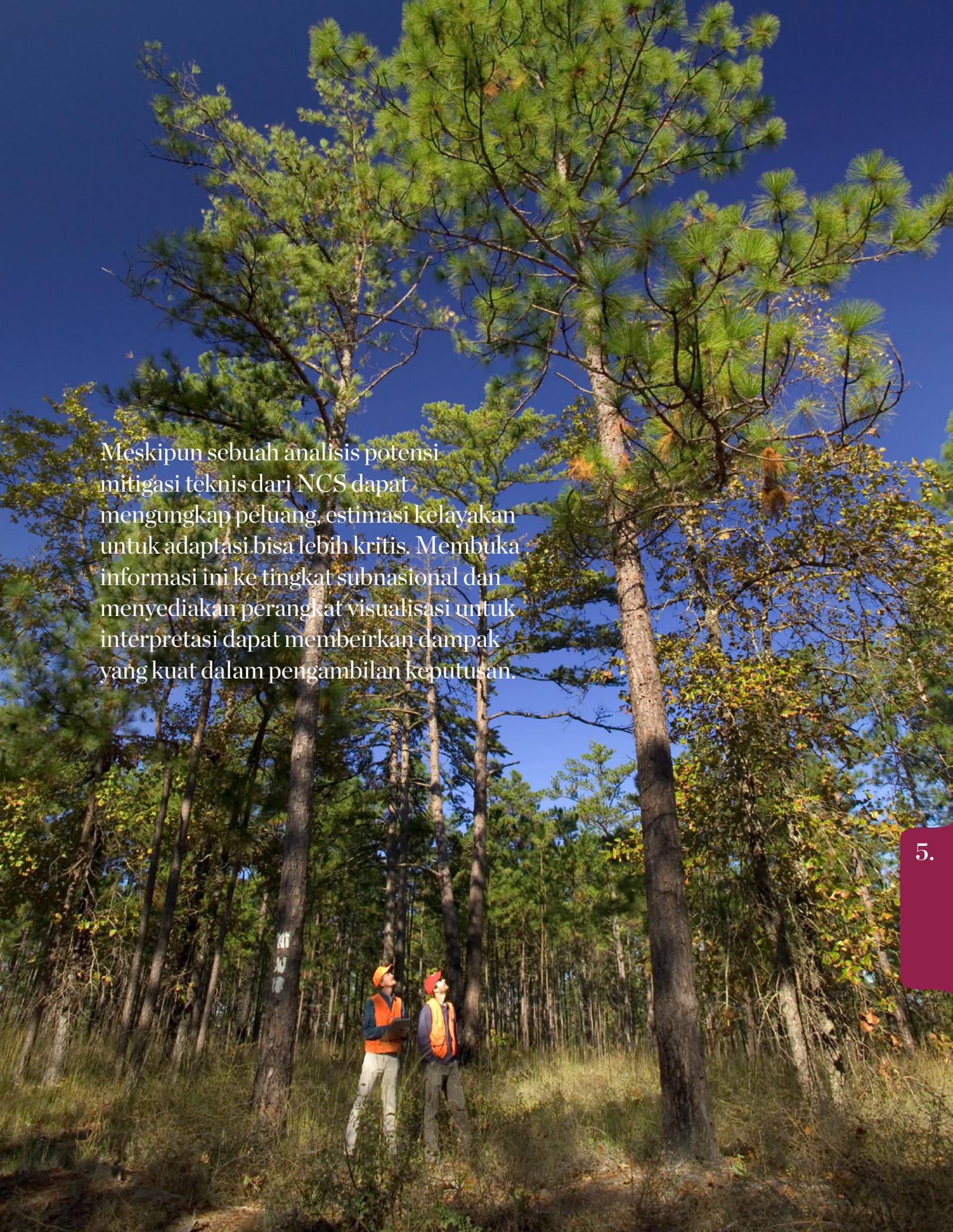
Metode kami biasanya mengikuti apa yang dijelaskan dalam buku panduan ini. Kami memulai dengan mengumpulkan pakar utama dan mengidentifikasi informasi terbaik yang tersedia untuk disertakan dalam asesmen kami. Kami kemudian mengumpulkan tim peneliti independen untuk setiap jalur NCS. Apabila memungkinkan, kami menyertakan beberapa pakar pada topik tertentu untuk membangun redundansi fungsional dan memastikan penanganan topik yang menyeluruh dan seimbang. Pada setiap jalur, kami menangani empat pertanyaan: 1) Apa potensi mitigasi terkait iklim yang paling baik dari NCS di Amerika Serikat? 2) Ketidakpastian apa yang terkait dengan estimasi tersebut? 3) Berapa proporsi dari potensi maksimal dicapai dengan 10 dollar Amerika Serikat, 50 dollar Amerika Serikat, dan 100 dollar Amerika Serikat? 4) Dan apa manfaat bersama yang dapat diberikan NCS?

JALUR NCS AMERIKA SERIKAT

Meskipun kami menggunakan kerangka kerja dari studi global, kami memodifikasi daftar jalur dan cakupan setiap jalur NCS agar sesuai dengan kondisi di Amerika

Serikat. Misalnya, kami menyertakan jalur reforestasi perkotaan, mengingat pentingnya penghijauan perkotaan bagi banyak komunitas di Amerika Serikat. Kami juga menyesuaikan jalur kebakaran NCS sehingga hal itu berfokus pada pembakaran yang disengaja dalam skala besar di hutan rawan kebakaran untuk mencegah kebakaran hutan yang lebih dahsyat.

Analisis akhir kami mencakup 21 jalur berbeda dan mewakili estimasi penuh pertama dari potensi NCS di 48 negara bagian yang lebih rendah. Kami menemukan total potensi mitigasi NCS sebesar 1.2 Gt CO₂e per tahun ^[39]. Kami menemukan bahwa *reforestasi* memiliki potensi mitigasi maksimum tertinggi, diikuti oleh *pengelolaan hutan alami*, dan kemudian *penghindaran konversi padang rumput*. Namun, efektivitas biaya mengubah urutan; *tutupan lahan pertanian* dan kemudian *pengelolaan hutan alami* menawarkan potensi terbesar dengan biaya lebih rendah dibandingkan dengan jalur lain. Sebagian besar potensi mitigasi (63%) berasal dari peningkatan serapan karbon dalam biomassa tanaman, tetapi 29% berasal dari peningkatan serapan di tanah, dan 7% dari penghindaran emisi metana dan N₂O. Selain itu, kami memperkirakan bahwa hampir seperempat potensi dapat dicapai dengan kurang dari 10 USD/tCO₂e.

A low-angle photograph of a tall pine tree in a forest. The tree's trunk is dark and textured, extending from the bottom center towards the top. The canopy is dense with green needles, reaching towards a clear blue sky. In the lower part of the frame, two people wearing orange safety vests and hats are standing on a grassy path, looking up at the tree. The background shows a dense forest of similar trees.

Meskipun sebuah analisis potensi mitigasi teknis dari NCS dapat mengungkap peluang, estimasi kelayakan untuk adaptasi bisa lebih kritis. Membuka informasi ini ke tingkat subnasional dan menyediakan perangkat visualisasi untuk interpretasi dapat membeirkan dampak yang kuat dalam pengambilan keputusan.



Kolam di rawa garam, Lower Kennebec, Maine, A.S. © Harold E. Malde/TNC

PEMBELAJARAN

Salah satu tantangan terbesar dalam melakukan asesmen adalah data yang tidak merata. Ini adalah tantangan khusus untuk jalur lahan basah, yang menghadapi kekurangan data tentang emisi metana dan serapan karbon bersih dan bagaimana data ini bervariasi antar jenis lahan basah. Bahkan dengan pertimbangan ini, ketersediaan dan kualitas data untuk Amerika Serikat secara keseluruhan cukup baik. Selain itu, pembuat keputusan pemerintah di Amerika Serikat cenderung terbuka untuk mempertimbangkan data dari berbagai sumber yang memiliki reputasi baik daripada membatasi satu sumber resmi yang bisa sesuai atau tidak sesuai dengan kebutuhan asesmen.

Walaupun percakapan tentang mitigasi sektor lahan terkadang berfokus pada peluang besar pada sedikit negara-negara maju, asesmen menunjukkan bahwa sektor lahan masih dapat memberikan kontribusi penting untuk mitigasi terkait iklim bahkan di negara-negara maju seperti Amerika Serikat. Amerika Serikat adalah negara penghasil emisi kumulatif CO₂ terbesar dari bahan bakar fosil^[88] dan tetap menjadi

penghasil emisi GRK tahunan terbesar kedua^[89]. Terlepas dari besarnya emisi gas rumah kaca nasional dari penggunaan bahan bakar fosil, kami menemukan bahwa NCS berpotensi menghasilkan mitigasi yang setara dengan 21% emisi tahunan bersih.

Mengembangkan data daerah dan perangkat visualisasi dapat berdampak kuat pada pembuatan kebijakan. Pada tahun 2018, makalah ini diterbitkan di Science Advances, suatu publikasi kajian *peer-review* dengan akses terbuka. Sejak saat itu, makalah ini telah dikutip oleh lebih dari 100 studi ilmiah. Makalah ini menarik perhatian orang-orang di dalam Kongres Amerika Serikat, dan penulis utamanya diminta untuk bersaksi mengenai hasil penelitian. Kami juga mengembangkan Alat web Pemeta Negara A.S. di Nature4Climate.org yang memberikan estimasi potensi jalur NCS di tingkat negara bagian dengan ambang batas biaya yang berbeda. Estimasi ini terbukti sangat berguna untuk menginformasikan diskusi kelompok kerja Natural & Working Lands dari U.S. Climate Alliance. Aliansi ini merupakan suatu koalisi negara-negara bagian yang berkomitmen untuk memerangi perubahan iklim. Sebagai bagian

dari kelompok kerja ini, koalisi lembaga swadaya masyarakat menyelenggarakan serangkaian “laboratorium pembelajaran”, dimulai dengan laboratorium nasional di Washington, DC pada bulan Juli 2018 dan dilanjutkan dengan serangkaian laboratorium di tingkat regional pada tahun 2019. Di setiap laboratorium pembelajaran, asesmen potensi NCS pada tingkat negara bagian dipresentasikan. Asesmen potensi ini sebagian besar didasarkan pada asesmen nasional kami, yang memungkinkan untuk memisahkan hasil nasional menjadi hasil pada tingkat negara bagian. Kami bermitra dengan lembaga swadaya masyarakat lainnya untuk mengembangkan materi pengajaran berdasarkan ilmu pengetahuan kami untuk dibawa ke dalam diskusi ini.

Administrasi pengelolaan lahan di Amerika Serikat cukup terdesentralisasi, sehingga banyak pihak yang tertarik. Demikian pula, ukuran dan variabilitas geografis Amerika Serikat menghasilkan berbagai jenis potensi NCS berdasarkan negara bagian atau wilayah (misalnya, penekanan pada: pengelolaan hutan yang lebih baik di Amerika Serikat bagian Timur, pertanian di Amerika Serikat bagian tengah, dan pengelolaan kebakaran di Amerika Serikat bagian

Barat). Apabila digabungkan, hal ini menyebabkan kebutuhan investasi yang mendalam untuk koordinasi di antara pihak-pihak pelaksana, serta kebutuhan untuk menyesuaikan analisis dan komunikasi peluang pada skala negara bagian, seperti asesmen NCS yang dipublikasikan untuk Kalifornia^[90] dan Oregon^[91].

Meskipun asesmen ini mengungkapkan bahwa NCS memberikan peluang yang lebih besar di Amerika Serikat dibandingkan dengan apa yang disadari banyak orang, memperkirakan kelayakan adopsi NCS jauh lebih sulit - dan umumnya lebih penting - dibandingkan memperkirakan potensi teknis. Dengan pemikiran ini, kami telah melakukan penelitian tambahan untuk menyempurnakan estimasi kami khususnya untuk jalur-jalur yang menjanjikan, seperti reforestasi^[92,93], dan situs web yang dikembangkan bersama, seperti Pusat Reforestasi, untuk menampilkan sains terbaru dan studi kasus aksi-aksi implementasi NCS. Namun secara umum, tiga tahun setelah publikasi, makalah ini tetap menjadi satu-satunya estimasi terbaik dari potensi NCS di Amerika Serikat yang masih aktif menginformasikan diskusi tentang di mana dan bagaimana menerapkan NCS sebagai solusi terkait iklim di seluruh Amerika Serikat.



Pemandangan pagi di rawa garam pada tepian Great Bay Durham, New Hampshire, A.S. © Jerry and Marcy Monkman/EcoPhotography

Panduan Solusi Iklim Alami

— Buku Pedoman —

Apendiks



Estimasi Biaya

Untuk setiap asesmen NCS, dua harga berikut adalah kunci untuk dipertimbangkan: (1) Harga di mana sebuah proyek dapat memasok pengurangan gas rumah kaca (biaya penuh per unit gas rumah kaca), dan (2) harga yang dapat diperoleh proyek dalam pengurangan-pengurangan ini (pendapatan yang diharapkan per unit gas rumah kaca). Faktor-faktor ini mempengaruhi daya saing dalam biaya dan begitu juga kelayakan finansial suatu proyek, baik di masa sekarang maupun di masa depan.

BIAYA PROYEK PENUH

Biaya penuh proyek NCS menentukan harga di mana proyek dapat memasok pengurangan gas rumah kaca. Hal itu juga dapat dianggap sebagai **harga penawaran** proyek NCS. Seperti yang dijelaskan dalam “Mengkarakterisasi Biaya,” biaya ini memiliki tiga komponen:

- **biaya implementasi** proyek NCS;
- **biaya peluang**, yang merupakan keuntungan bersih yang hilang dari penggunaan lahan yang diganti dengan proyek NCS (misalnya, untuk *penghindaran konversi hutan* menjadi lahan pertanian, keuntungan yang hilang dari hasil panen dikurangi biaya pembukaan lahan dan biaya persiapan lokasi yang akan diperlukan untuk membangun lahan pertanian); dan
- **biaya transaksi dan biaya overhead** yang diperlukan untuk memungkinkan implementasi NCS.

Yang penting, biaya proyek dapat berubah dari waktu ke waktu, sehingga dapat mengubah efektivitas biaya dan kelayakan finansial proyek. Misalnya, proyek *penghindaran konversi hutan* dapat mengakuisisi atau menyewa lahan yang berisiko dikonversi. Apabila

tujuan penggunaan lahan, misalnya, sebagai lahan penggembalaan untuk sapi potong, pembayaran sewa akan sangat ditentukan oleh pendapatan bersih yang diharapkan oleh pemilik tanah dari ternak mereka – sebuah nilai yang bergantung pada harga daging sapi saat ini dan yang diperkirakan di masa depan. Mengingat bahwa biaya peluang ini kemungkinan besar merupakan bagian dari total biaya proyek, kecuali harga karbon sangat tinggi, kelayakan finansial proyek akan dipengaruhi oleh perubahan penawaran dan permintaan di pasar daging sapi yang dapat diakses oleh pemilik tanah. Dengan kata lain, apabila harga daging sapi naik, pemilik tanah akan meminta harga sewa tanah yang lebih tinggi untuk mengkompensasi pendapatan bersih yang hilang, tentunya biaya implementasi proyek NCS akan meningkat seiring waktu.

PENDAPATAN PROYEK YANG DIHARAPKAN

Harga kunci kedua adalah harga yang diharapkan dapat diperoleh proyek NCS untuk pengurangan GRK (dengan kata lain, jumlah yang bersedia dibayar oleh pembeli per unit gas rumah kaca), atau **pendapatan yang diharapkan per unit gas rumah kaca**. Harga ini

bergantung pada dari mana permintaan pengurangan gas rumah kaca berasal (misalnya, pasar karbon) dan juga akan berubah seiring waktu karena permintaan yang berfluktuasi. Karena ketidakpastian yang melekat tentang harga GRK di masa depan, penting untuk menilai seberapa sensitif kelayakan finansial dan ekonomi proyek NCS terhadap perubahan harga-harga ini. Perhatikan bahwa perubahan harga penurunan GRK di masa depan, menjadi perhatian utama proyek yang menghasilkan pengurangan atau kredit pengurangan GRK dari waktu ke waktu; perubahan harga tersebut tidak mempengaruhi proyek yang menjual pengurangan GRK di awal.

Dapat diasumsikan bahwa permintaan keseluruhan atas pengurangan GRK akan meningkat secara substansial dari waktu ke waktu, dan harga karbon yang lebih tinggi akan cenderung meningkatkan pasokan proyek NCS. Namun, bagaimana situasi ini akan memengaruhi daya saing NCS bergantung pada harga relatif dan jumlah pengurangan GRK dari sumber NCS dan non-NCS (termasuk solusi teknologi baru, yang sulit diprediksi). Kondisi ini mungkin berbeda di setiap negara dan wilayah tergantung pada kepatuhan dan pasar sukarela yang dapat diakses proyek NCS. Di negara-negara yang memberlakukan pajak karbon tetapi memungkinkan *offset* sebagai pengganti pembayaran pajak, harga pengurangan GRK secara efektif bersaing dengan tarif pajak karbon, setidaknya untuk permintaan pengurangan GRK dari sektor-sektor yang terkena pajak karbon. Selain itu, setiap kepatuhan dan pasar karbon sukarela yang ada memiliki persyaratan kelayakan tertentu terkait dengan jenis dan asal pengurangan GRK yang dapat ditransaksikan. Hal ini dapat membatasi permintaan pengurangan GRK berbasis NCS yang diproduksi di wilayah tertentu.

Beberapa tingkat perkiraan harga GRK di masa depan mungkin dilakukan. Salah satu pendekatan menggunakan estimasi kerusakan marjinal yang

diharapkan akibat tambahan jumlah dalam ton CO₂e berturut-turut di atmosfer – biaya sosial karbon (SCC). Kemudian pendekatan itu membandingkan biaya kerusakan marjinal ini dengan biaya pengurangan marjinal, atau MAC, dari alternatif pengurangan GRK yang tersedia (dalam dolar Amerika Serikat/tCO₂e yang dikurangi) untuk mengidentifikasi jumlah pengurangan GRK yang optimal secara ekonomi: tingkat di mana biaya pengurangan unit GRK berikutnya melebihi kerusakan yang disebabkan oleh unit tambahan tersebut (*untuk pengenalan MAC, lihat Memasukkan Biaya: Kurva Biaya Pengurangan Marjinal pada halaman 47-49*). Dengan menggunakan pendekatan ini, tiap pengurangan GRK dengan MAC, akan setara atau kurang dari SCC yang akan dianggap bermanfaat. Estimasi nilai SCC domestik telah dipublikasikan untuk sebagian besar negara^[94], dan banyak negara atau yurisdiksi daerah telah mengadopsi nilai-nilai SCC tertentu untuk analisis kebijakan domestik mereka. Alternatifnya, prediksi harga GRK di masa depan dapat didasarkan pada estimasi yang dipublikasikan (seperti estimasi oleh IPCC) tentang biayanya (per dolar Amerika Serikat/tCO₂e yang dikurangi) untuk mengimplementasikan target pengurangan GRK tertentu.

MENENTUKAN KELAYAKAN PROYEK

Suatu proyek NCS hanya dapat dianggap layak secara finansial apabila harga yang dapat diperoleh dari pengurangan GRK lebih besar daripada biaya untuk menghasilkan pengurangan tersebut. Sebagai contoh, apabila sebuah proyek NCS memiliki biaya rata-rata keseluruhan sebesar 30 dolar Amerika Serikat/tCO₂e, dan harga yang dapat diperoleh untuk pengurangan GRK menghasilkan berkisar antara 35–45 dolar Amerika Serikat/tCO₂e, maka proyek tersebut layak secara finansial. Apabila harga yang dapat diperoleh untuk pengurangan GRK turun menjadi 25 dolar Amerika Serikat/tCO₂e, maka proyek secara keseluruhan tidak akan layak secara

finansial karena biayanya melebihi pendapatannya. Namun, sejumlah subunit dari keseluruhan proyek tersebut mungkin masih menguntungkan. Misalnya, proyek reforestasi besar yang biayanya bervariasi karena perbedaan harga tanah yang dibayarkan di berbagai wilayah mungkin memiliki subunit yang biayanya di bawah 25 dolar Amerika Serikat/tCO₂e. Maka subunit tersebut masih layak secara finansial.

Bahkan, meski harga GRK yang terlalu rendah untuk menjadikan suatu proyek **layak secara finansial**, hal itu masih akan **diinginkan secara ekonomi** dari perspektif masyarakat apabila manfaat total, termasuk kerusakan iklim yang dapat dicegah bersamaan dengan hadirnya jasa ekosistem lain dari proyek NCS tersebut, dan

tentunya tidak memerlukan biaya, karena memiliki nilai yang melebihi biaya proyek.

Pada akhirnya, penerapan proyek NCS yang aktual kemungkinan besar juga akan dibatasi oleh kendala teknis, sosial, kelembagaan, dan kebijakan atau peraturan, yang seringkali menyebabkan berada jauh di bawah potensi biofisik maksimumnya. Meskipun masih mungkin untuk mengatasi banyak kendala yang seringkali kurang dipahami, menanganinya memerlukan strategi intervensi dengan banyak cabang dan bergantung pada lokasi, yang akan meningkatkan biaya pengurangan GRK, memakan waktu, dan seringkali berada di luar kemampuan setiap proyek NCS untuk mewujudkannya.



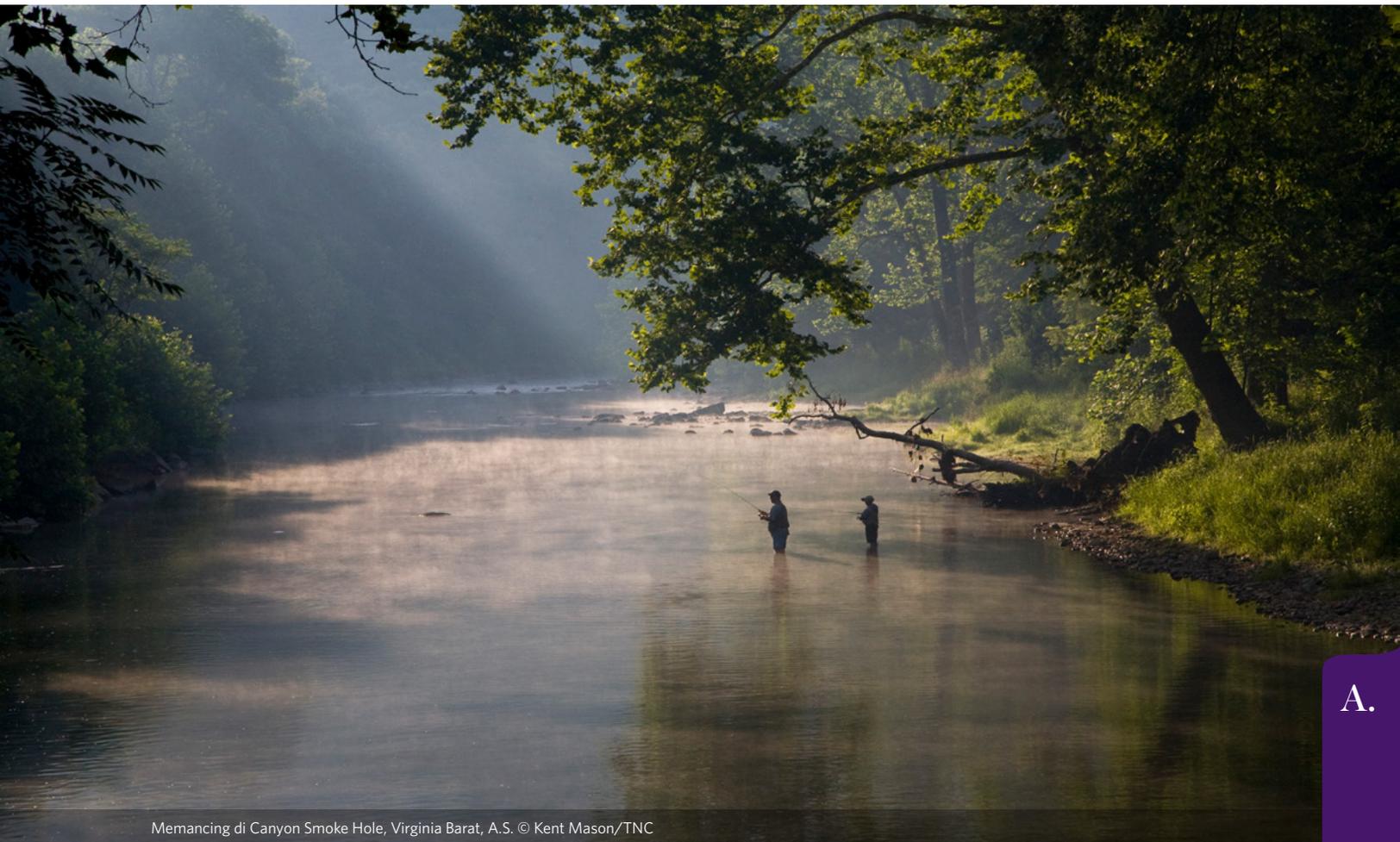
Peternak di Montana, A.S. Sebagai bagian Proyek Mintana Grassbank, sejumlah ternak Matador dilepaskan di sekitar peternakan yang mengalami kekeringan parah, sebagai gantinya atas keterlibatan merek dalam upaya konservasi. © Ami Vitale/TNC

Manfaat Bersama

Implementasi sebagian besar langkah NCS menawarkan manfaat lain di luar mitigasi perubahan iklim, yang sering disebut **manfaat bersama**. Manfaat mitigasi terjadi pada skala global, sedangkan manfaat bersama dari kegiatan NCS umumnya lebih terlokalisasi. Saat berbicara dengan orang yang menerapkan NCS, kami menemukan bahwa manfaat bersama inilah yang sering kali memotivasi upaya yang dilakukan.

Oleh karena itu, melacak manfaat bersama merupakan hal yang sangat penting, kadang juga disebut manfaat

tambahan, terkait implementasi NCS. Kami telah mengadopsi pendekatan ini dalam asesmen NCS global, Amerika Serikat, dan Kanada, dan merangkum hasilnya di sini. Kami telah mengelompokkan manfaat bersama ke dalam lima kategori umum: keanekaragaman hayati, tanah, air, udara, dan sosial^[2,10]. Contoh-contoh yang kami sebutkan sama sekali belum komprehensif dan ada manfaat bersama potensial lainnya. Misalnya, adaptasi perubahan iklim dan ketahanan ekosistem adalah manfaat penting yang berada di luar kategori-kategori tersebut dan didukung oleh banyak jalur NCS. Lagipula, realisasi manfaat potensial tidak bersifat universal dan akan bergantung pada bagaimana implementasi NCS terjadi.



Memancing di Canyon Smoke Hole, Virginia Barat, A.S. © Kent Mason/TNC



Warna musim gugur di sepanjang Jalu Blackbird Know di Hutan Belantara Dolly Sods, Virginia Barat, A.S. © Kent Mason/TNC

MANFAAT BERSAMA DARI JALUR HUTAN

Keanekaragaman Hayati. Hutan primer yang berkelanjutan melestarikan keanekaragaman hayati. Mengurangi dampak penebangan, memperpanjang rotasi panen, mengelola kebakaran untuk meniru pola kebakaran sebelumnya, mengurangi penebangan untuk kayu bakar, atau menanam koridor satwa liar dan kawasan penyangga dapat meningkatkan konservasi keanekaragaman hayati.

Tanah. Hutan dapat meningkatkan retensi air tanah dan pengaturan aliran serta memelihara sifat biologis dan fisik tanah, memastikan kesehatan dan produktivitas hutan yang berkelanjutan. Lokasi reforestasi sering menunjukkan peningkatan fauna tanah yang dapat diukur. Hutan dengan tingkat kebakaran yang lebih rendah (bukan kebakaran hutan yang dahsyat) memiliki lebih banyak unsur organik, sifat tanah yang lebih baik, waktu pemulihan yang lebih cepat, serta infiltrasi dan retensi air yang lebih baik.

Air. Hutan dapat meningkatkan ketersediaan air untuk irigasi pertanian dan mitigasi kekeringan, mencegah sedimentasi untuk bendungan pembangkit listrik tenaga air, melindungi kawasan sekitar integritas ekosistem air tawar, serta meningkatkan infiltrasi dan retensi air.

Udara. Hutan berperan penting dalam pengurangan ozon dan penyaringan udara. Pengelolaan kebakaran yang lebih baik dapat mengurangi materi partikulat, dan kompor yang lebih efisien meningkatkan kualitas udara dalam ruangan. Baik keduanya dapat meningkatkan kualitas hidup dan mengurangi kematian manusia.

Sosial. Ada manfaat budaya, estetika, rekreasi, dan spiritual dalam melestarikan hutan. Dengan demikian, konservasi hutan cenderung mendapat dukungan publik dan pemangku kepentingan yang kuat. Hutan adalah rumah bagi banyak penduduk asli di seluruh dunia. Apabila dilaksanakan dengan tepat, reforestasi dapat meningkatkan kesempatan kerja dan membawa peningkatan manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat yang bergantung pada hutan.

MANFAAT BERSAMA JALUR LAHAN BASAH

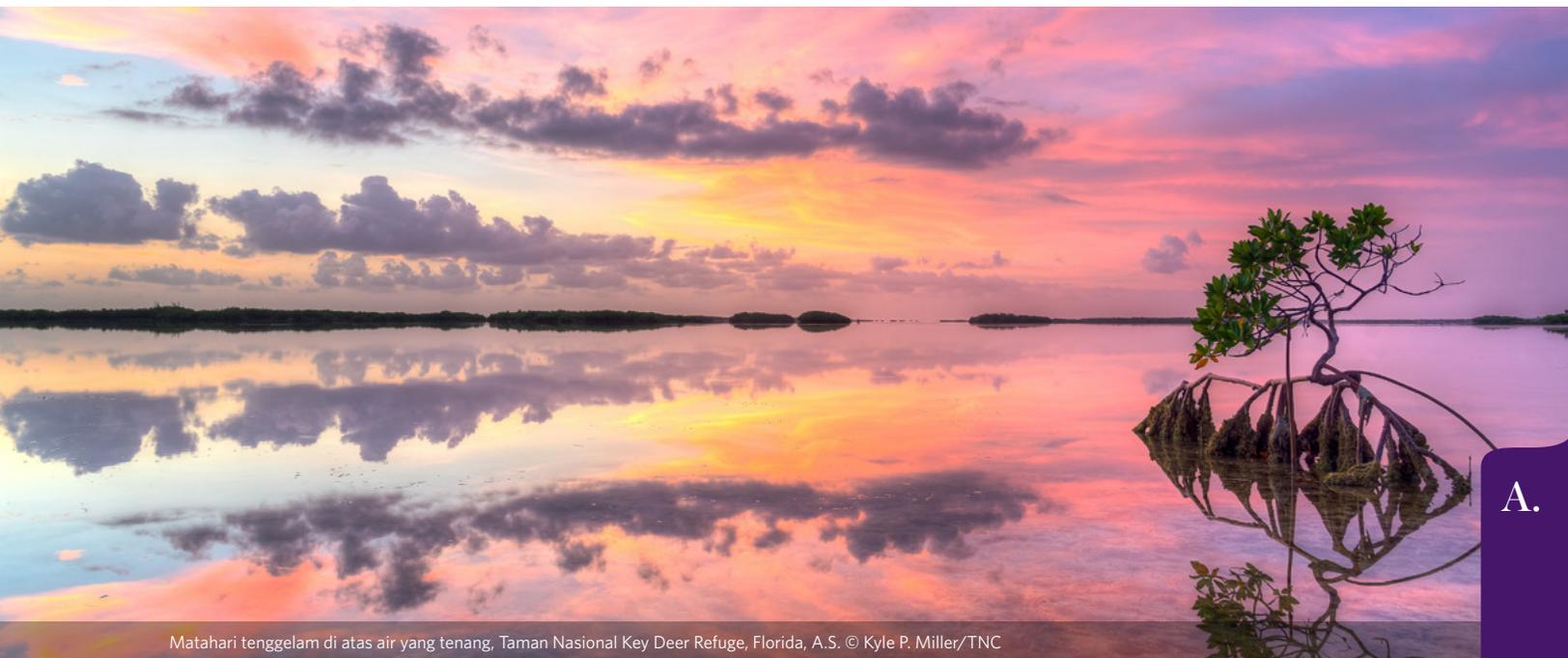
Keanekaragaman Hayati. Perlindungan atau restorasi lahan basah pesisir memelihara habitat satwa liar, termasuk pembibitan ikan dan udang yang penting secara komersial. Perlindungan atau restorasi lahan gambut melindungi komunitas ekologi yang beragam, termasuk banyak serangga yang khas.

Tanah. Lahan basah pesisir memberikan perlindungan untuk garis pantai dan transfer unsur hara lintas sistem ke terumbu karang.

Air. Lahan basah pesisir, lahan gambut, dan hutan mangrove semuanya menyediakan berbagai dukungan yang berkaitan dengan penyaringan air, pengendalian banjir, dan pemulihan air hujan.

Udara. Restorasi lahan gambut dan/atau penghindaran dampak lahan gambut dapat menurunkan risiko kebakaran lahan gambut, sehingga mengurangi paparan polutan yang dapat menyebabkan gangguan pada paru-paru. Penanaman pohon membantu menangkap partikel dan polutan di udara.

Sosial. Hutan mangrove berfungsi sebagai habitat ikan yang penting secara komersial, sehingga berkontribusi pada ketahanan pangan, mata pencaharian, dan kesejahteraan manusia. Rawa payau dan padang lamun menyediakan habitat bagi spesies tanaman penting dalam panen tradisional seperti unggas air yang diburu oleh pemburu nafkah penghidupan dan rekreasi. Habitat ini berharga bagi pariwisata, rekreasi, pendidikan, ketahanan pangan, dan pendapatan rumah tangga. Lahan gambut dapat menjadi sumber makanan bagi Masyarakat adat dan masyarakat lokal lainnya, termasuk berburu dan mencari makan.



Matahari tenggelam di atas air yang tenang, Taman Nasional Key Deer Refuge, Florida, A.S. © Kyle P. Miller/TNC

MANFAAT BERSAMA DARI JALUR PADANG RUMPUT DAN JALUR PERTANIAN

Keanekaragaman Hayati. Melindungi padang rumput mempertahankan habitat penting bagi burung untuk bersarang dan mencari makan. Pengelolaan pupuk mendukung kekayaan dan kelimpahan spesies ikan dengan mengurangi limpasan unsur haranya ke saluran air. Pohon di lahan pertanian dapat menyediakan habitat bagi spesies dan mendukung konektivitas ekosistem. Peningkatan manajemen penggembalaan mengurangi gangguan interaksi tanaman-serangga. Kacang-kacangan/legum dapat meningkatkan keanekaragaman serangga.

Tanah. Penambahan *biochar* meningkatkan kualitas dan kesuburan tanah di daerah beriklim sedang. Pengelolaan unsur hara yang lebih baik membantu menjaga kesuburan tanah. Pohon di lahan pertanian dapat memberikan pengendalian erosi. Pengelolaan penggembalaan dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menjebak kontaminan dan sedimen lainnya. Kacang-kacangan/legum memperbaiki struktur dan kesuburan tanah.

Air. Padang rumput dapat memberikan pengendalian banjir dan menjaga keseimbangan air ekosistem. Pengelolaan unsur hara lahan pertanian meningkatkan kualitas air, yang dapat berdampak positif pada air minum, habitat, dan tempat wisata. Pertanian konservasi, praktik penggembalaan yang lebih baik, dan perbaikan budidaya padi mengurangi kebutuhan air di lahan pertanian. Pepohonan di lahan pertanian dapat mengembalikan suplai air.

Udara. Pengelolaan unsur hara yang lebih baik dapat mengurangi oksida nitrat dan emisi lainnya. Penanaman pohon membantu untuk menangkap partikel di udara dan gas polutan. Pencegahan pembakaran batang-batang hasil panen dan pengurangan olah-tanah/*tillage* mengurangi paparan materi partikulat yang merusak.

Sosial. Padang gembala dan peternakan yang berkelanjutan dapat mendukung warisan budaya dan pariwisata pedesaan. Penanaman dan pengolahan tutupan benih tanaman pertanian dapat meningkatkan kesempatan kerja. Kacang-kacangan/legum dapat meningkatkan kualitas penggembalaan yang meningkatkan efisiensi ternak. Di beberapa tempat, pengelolaan kebakaran padang rumput dapat melestarikan pertanian dan praktik budaya penduduk asli.

Kami menghitung manfaat keanekaragaman hayati mengikuti definisi yang ditetapkan oleh *Convention on Biological Diversity*^[95], dan manfaat lain sebagaimana didefinisikan dalam *Millennium Ecosystem Assessment*^[96]. *Millennium Ecosystem Assessment* memberikan daftar awal yang baik, tetapi kami merekomendasikan untuk berbicara dengan pemangku kepentingan yang terdampak untuk menentukan manfaat yang paling ingin mereka lihat.

Untuk beberapa asesmen NCS, mungkin berguna untuk melakukan analisis rinci tentang di mana dan bagaimana

NCS dapat mengoptimalkan manfaat bersama dengan sebaik-baiknya. Misalnya, di Amerika Serikat, kami sangat tertarik untuk mencari lokasi di mana kami dapat memperoleh manfaat mitigasi iklim dan regulasi banjir. Untuk melakukan ini, kami mengembangkan peta raster resolusi 30 m yang mengidentifikasi area yang cocok untuk reforestasi dan area yang juga berada dalam zona banjir lima tahunan. Kami memfokuskan pada lokasi-lokasi ini setelah diskusi dengan praktisi tingkat negara bagian mengungkapkan bahwa pemangku kepentingan lokal paling tertarik untuk menanam pohon untuk mendapatkan manfaat air.

Carbon Offset

Carbon offset merupakan pengurangan atau penyimpanan emisi GRK (Gas Rumah Kaca) yang dilakukan untuk mengimbangi emisi di tempat lain. *Carbon offset* merupakan salah satu dari banyak strategi yang dapat digunakan untuk mengurangi atau menyimpan emisi GRK menggunakan NCS, bersama dengan program pembayaran berbasis kinerja lainnya, pembayaran untuk program jasa ekosistem, atau pembiayaan berbasis hasil melalui bantuan donor multilateral atau bilateral.

Ada dua jenis pasar *offset* saat ini: **compliance offset** (di mana perusahaan diharuskan memenuhi batasan atau membayar pajak emisi, dan dapat membeli *offset* melalui pasar yang diatur untuk membantu memenuhi kewajiban ini), dan **voluntary offset** (di mana siapa pun bisa membeli *offset*, terutama untuk memenuhi target iklim sukarela, dan dengan demikian harga per ton karbon sering kali lebih bervariasi daripada di *compliance market*). *Offset* hanyalah satu bagian dari rangkaian perangkat diperlukan untuk mencapai target pengurangan emisi yang kredibel. Karenanya, *offset* hanya boleh dilakukan dalam konteks target jangka panjang yang ambisius dan penerapan hierarki mitigasi (*lihat Jalur Prioritas, halaman 23*).

Meskipun *offset* dapat membantu menarik pendanaan dan membiayai pengurangan emisi yang diperlukan untuk memenuhi target iklim dalam jangka pendek, pada akhirnya, semua negara dan perusahaan harus melakukan dekarbonisasi jika dunia ingin membatasi kenaikan suhu global. Memasangkan peluang *offset* langsung dengan target jangka panjang yang ketat akan memastikan bahwa ketergantungan pada *offset* bisaberkurang seiring waktu. Apabila *offset* adalah bagian dari mekanisme pendanaan untuk

kegiatan NCS yang telah Anda analisis, penting untuk mempertimbangkan prinsip-prinsip berikut. Secara kolektif, prinsip-prinsip ini membantu memastikan bahwa *offset* digunakan dengan tepat dan memberikan manfaat karbon yang nyata serta bertahan lama:

Konteks: Apakah *offset* satu-satunya cara agar lahan alami dan lahan produktif dipertimbangkan dalam rencana dan kebijakan iklim geografi Anda? Jika demikian, berhati-hatilah. Meskipun *offset* dapat berperan dalam mendorong restorasi, meningkatkan pengelolaan, dan menghindari konversi, rencana dan kebijakan yang komprehensif harus diberlakukan untuk mempertahankan *sinks* yang ada (yang bukan *tambahan* untuk *offset*) dan untuk mengubah seluruh sektor menjadi jalur rendah karbon (yang tidak dapat diselesaikan sendiri oleh *offset*).

Tambahan: Apakah proyek *offset* menghasilkan mitigasi bisnis-seperti-biasa, atau apakah proyek tersebut melampaui apa yang diharapkan? Proyek *offset* hanya dapat dijalankan jika pasokan tidak akan terjadi, melainkan untuk insentif yang ditawarkan oleh pembeli. Jika suatu negara berupaya untuk memberikan insentif kepada petani, rimbawan, dan masyarakat (terutama Penduduk Asli) yang secara historis telah menyerap karbon atau menghindari emisi melalui kegiatan harian mereka, maka sebaiknya dilakukan secara terpisah dari mekanisme *offset*. Perhatikan bahwa beberapa persyaratan tambahan tidak berlaku untuk negara-negara yang ingin mengubah seluruh sektor lahan melalui pendekatan REDD+ skala nasional atau sub-nasional.

Baseline: Apa emisi historis untuk kegiatan NCS? Seberapa besar kemungkinan emisi ini akan berlanjut dalam kegiatan bisnis-seperti-biasa? Apakah proyek NCS mewakili perbaikan dari apa yang seharusnya terjadi? Ini adalah bagian penting dari mendefinisikan penambahan dan harus mencakup tanggal mulai yang

kredibel dan proyeksi tentang apa yang mungkin terjadi jika tidak ada pendanaan offset. Sekali lagi, perbedaan dalam penghitungan *baseline* akan diizinkan untuk pendekatan REDD+ skala nasional atau sub-nasional yang mengakses kumpulan data yang sangat berbeda dari proyek-proyek di lapangan.

Persyaratan untuk pembeli: Untuk *offset* yang dijual di pasar yang diatur, negara mengontrol parameter di mana perusahaan dapat membeli *offset* dan apakah ada batasan untuk jumlah dan jenis *offset* yang dibeli. Sebaliknya, di *voluntary market*, tidak ada batasan akses pembeli ke pasar; sebagai gantinya, ada rekomendasi praktik terbaik seperti memanfaatkan hierarki mitigasi. Peraturan tambahan mungkin berguna untuk mensyaratkan perusahaan melaporkan emisi dan target mereka di dalam negeri, sehingga mereka lebih transparan tentang penggunaan *voluntary offset* dalam konteks ini.

Permanen: Akankah emisi yang dihindari atau dihilangkan dari atmosfer tetap berada di luar atmosfer dalam jangka panjang? Misalnya, adakah jaminan yang memadai bahwa lahan yang digunakan sebagai *offset* akan tetap terlindungi dan utuh setelah proyek berakhir? Standar *carbon offset* yang ada membutuhkan kelanggaran di berbagai kerangka waktu. Misalnya, di bawah Dewan Sumber Daya Udara California, proyek kehutanan harus memastikan kelanggaran selama 100 tahun, sementara banyak metodologi yang disetujui di bawah Skema Offset dan Pengurangan Karbon untuk Penerbangan Internasional (CORSIA) membutuhkan kelanggaran sampai 40 tahun. Jangka waktu dipengaruhi oleh keadaan politik dan hukum di setiap lokasi.

Kebocoran: Apakah emisi yang dihindari akan dialihkan ke tempat lain? Jika demikian, apakah kebocoran ini dapat dicegah? Kebocoran sulit diukur dan menantang untuk dinilai. Dengan

demikian, banyak protokol mengharuskan proyek untuk menerapkan diskon standard ke total volume *offset* yang dihasilkan. Misalnya, proyek peningkatan manajemen hutan yang mengurangi produksi kayu mungkin harus menerapkan persen potongan harga untuk *offset carbon* yang dihasilkan. Mekanisme ini terjadi karena, jika permintaan kayu tetap sama, ada kemungkinan besar bahwa tambahan kayu akan dipanen oleh pemasok lain di luar batasan proyek.

Pengukuran dan pemantauan: Bagaimana Anda mengukur emisi yang dikurangi atau karbon yang diserap dari waktu ke waktu? Seberapa sering Anda akan memantau? Seberapa akurat seharusnya pengukuran dan pemantauan? Pendekatan ini dapat mencakup ketergantungan pada teknologi seperti citra satelit, LiDAR, dan lainnya, tetapi seringkali juga mencakup kebutuhan untuk pengukuran lapangan secara langsung. Negara-negara harus mengidentifikasi neraca biaya yang sesuai dari berbagai pendekatan ini dengan keakuratannya – dan menyadari bahwa biaya, terutama untuk pendekatan teknologi, dapat meningkat seiring waktu.

Validasi dan verifikasi: Siapa yang menghasilkan *offset* dan apakah mereka dapat dipercaya? Standard *carbon offset* seringkali membutuhkan pihak ketiga untuk memvalidasi pendekatan dan pengukuran proyek.

Dampak sosial: Penting bagi penyedia dan pembeli *offset* untuk mempertimbangkan siapa yang mungkin dibantu atau dirugikan oleh proyek-proyek ini. Misalnya dalam hal kualitas udara, masyarakat di dekat proyek *offset* NCS dapat memperoleh manfaat dari peningkatan kualitas udara, sementara masyarakat di dekat pembeli akan tetap terpengaruh oleh kualitas udara negatif yang seharusnya bisa berkurang jika pembeli mengurangi emisinya sendiri. *Trade-off* ini harus dipertimbangkan saat mengizinkan *offset*. Selain itu, potensi dampak negatif

dari suatu proyek harus diidentifikasi dan dihindari. Pada akhirnya, negara harus mempertimbangkan apakah dampak positif dan negatif ini adil dalam distribusinya. *Lihat Apendiks: Keadilan Iklim.*

Standar *voluntary carbon offset* dan *compliance carbon offset* yang ada sering kali berusaha untuk memenuhi

semua kriteria ini, tetapi bisa saja melakukannya pada tingkat yang berbeda-beda karena perbedaan dalam prioritas dan sumber daya yang tersedia. Sebelum mengizinkan menggunakan standard tertentu, penting untuk melakukan uji tuntas/*due diligence* seputar persyaratan standard tersebut dan apakah persyaratan tersebut sesuai untuk situasi Anda.



Menatap kanopi pohon, Kalimantan, Indonesia. © Nick Hall/TNC

Keadilan Iklim

“...keadilan iklim adalah perlakuan yang adil terhadap semua orang dan kebebasan dari diskriminasi dalam pembuatan kebijakan dan proyek yang menangani perubahan iklim beserta pula sistem yang menciptakan perubahan iklim dan melanggengkan diskriminasi.”^[97]

Keadilan iklim membingkai perspektif kita tentang perubahan iklim dengan memasukkan hak asasi manusia dan keadilan lingkungan. Ini meningkatkan pemahaman kita tentang mitigasi dengan memasukkan lebih dari apa yang dapat diukur dalam ton CO₂e. Bagi banyak orang, iklim adalah masalah hidup dan mati, bukan hal di awang-awang yang jauh di masa depan, tetapi di saat ini. Populasi rentan termasuk masyarakat pesisir, Penduduk Asli, perempuan, orang yang hidup dalam kemiskinan, orang tua, orang muda, penyandang disabilitas, dan masyarakat terpinggirkan lainnya yang berkontribusi paling sedikit terhadap krisis iklim tetapi seringkali menanggung biaya terbesar dan menjadi yang pertama mengalaminya dampaknya^[198]. Keputusan tentang di mana harus bertindak dan jalur NCS mana yang akan diterapkan, serta bagaimana mendanainya, pada dasarnya adalah pertanyaan tentang keadilan dan kejujuran. Keadilan iklim adalah komponen penting untuk diintegrasikan ke dalam analisis apa pun yang akan mempengaruhi kebijakan iklim.

Data yang baik dan ilmu pengetahuan yang tepat sangat penting untuk melakukan asesmen NCS,



dan keadilan iklim harus dianggap sama pentingnya. Sejauh ini, keadilan iklim belum sepenuhnya dan secara eksplisit diintegrasikan ke dalam kerangka kerja NCS, tetapi penulis panduan ini menyadari bahwa kerangka ini akan menjadi kunci untuk memastikan keberhasilan NCS jangka panjang dan berkomitmen untuk bergerak ke arah ini. Misalnya, selama penelitian latar belakang untuk asesmen NCS, calon pemegang hak dan pemangku kepentingan lainnya harus diidentifikasi. Saat memetakan batas-batas politik, penggunaan lahan adat dan kelompok nomaden juga harus dipertimbangkan. *Platform web LandMark* menyediakan informasi tentang tanah dan hak sumber daya alam dari banyak kelompok masyarakat adat dan masyarakat di seluruh dunia.

Kerangka kerja NCS dibangun untuk menyertakan kerangka pengaman terhadap bahaya bagi manusia dengan mempertahankan tingkat produksi makanan dan serat kayu. Demikian pula, asesmen NCS harus memastikan bahwa fokus melindungi, mengelola, dan memulihkan sistem alam mencakup penghormatan

terhadap penentuan diri masyarakat yang paling bergantung pada tanah tersebut. Minimal, NCS tidak boleh diterapkan dengan cara yang akan memperburuk ketimpangan yang ada. Yang terbaik, tindakan NCS akan dirancang untuk memperbaiki ketidakadilan iklim yang ada dengan mengurangi kerentanan sosial, ekonomi, dan lingkungan; menghasilkan banyak manfaat; dan menyeimbangkan *trade-off* secara adil. Misalnya, Proyek Tuungane di Tanzania mengambil pendekatan 360 derajat untuk mengatasi tantangan kesehatan dan lingkungan yang saling berhubungan. Proyek, yang merupakan kolaborasi antara TNC, organisasi layanan kesehatan Pathfinder International, dan masyarakat lokal, mendukung ketahanan masyarakat dan budaya, program pembiayaan mikro, layanan kesehatan reproduksi, pendidikan anak perempuan, perikanan sehat, pertanian cerdas iklim, dan program pengelolaan hutan yang memberikan peluang pendapatan berkelanjutan melalui kredit karbon dari perlindungan hutan^[99].

Langkah pertama untuk mengintegrasikan keadilan iklim adalah membawa semua orang ke meja perundingan tentang perubahan iklim dan NCS yang benar-benar inklusif dan adil. Negara harus menciptakan cara untuk membuka dialog seputar komitmen dan rencana iklim dengan sekumpulan pemegang hak dan pemangku kepentingan yang luas, termasuk perwakilan negara bagian dan lokal, masyarakat sipil, Penduduk Asli, dan komunitas lokal lainnya. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan forum multipemangku kepentingan yang ada, seperti platform keterlibatan REDD+^[7] atau dengan menciptakan ruang baru untuk menyuarakan proses. Demikian pula, partisipasi masyarakat luas merupakan faktor kunci dalam keberhasilan politik implementasi NCS. Proses asesmen NCS harus melibatkan semua pemegang hak dan kelompok pemangku kepentingan untuk membuat keputusan yang terinformasi tentang asesmen dan konteks tiap kondisi geografi. Sangatlah penting untuk memasukkan populasi rentan yang

secara historis dijauhkan dari percakapan global tentang perubahan iklim. Percakapan dengan Penduduk Asli harus berpedoman pada prinsip persetujuan bebas, didahulukan dan diinformasikan untuk menegaskan penentuan nasib sendiri (*padiatapa*) Penduduk Asli^[100,101]. Selanjutnya, otonomi Penduduk Asli atas budaya, identitas, prioritas pembangunan, pemerintahan sendiri, dan perlindungan dari pengaruh yang tidak semestinya oleh masyarakat dominan, harus ditegaskan^[102]. Perhatian khusus harus diberikan untuk menghindari penjagaan ketat dan memastikan bahwa keterlibatan adalah proses yang terbuka dan adil, dan penyelenggara tidak secara selektif mengundang pemegang hak dan pemangku kepentingan tertentu sambil mengecualikan pihak lain yang mungkin telah dibungkam atau diabaikan di masa lalu. Selain itu, dinamika kekuasaan harus dinilai (contoh bagaimana melakukan analisis kekuasaan^[103,104]) saat mengumpulkan berbagai kelompok pemangku kepentingan untuk memastikan percakapan yang adil.

Beberapa pertanyaan utama untuk dipertimbangkan terkait dengan dinamika kekuasaan termasuk:

- *Siapa yang menetapkan agendanya? Ide, perspektif, dan nilai siapa yang mendominasi agenda?*
- *Bagaimana lembaga formal mendistribusikan biaya, manfaat, dan akuntabilitas?*
- *Bagaimana jaringan sosial informal mempengaruhi percakapan dan keputusan?*
- *Apakah keterbatasan sumber daya, waktu, dan kapasitas pemangku kepentingan dipertimbangkan, dan apakah pemangku kepentingan diberi kompensasi yang adil?*

Perubahan iklim tidak netral gender^[105,106], dan solusinya tidak boleh keduanya. Memadukan pertimbangan gender dalam solusi iklim dapat mencegah semakin memperburuk ketidaksetaraan

yang ada yang membuat perempuan secara tidak proporsional rentan terhadap dampak iklim seperti penyakit dan bencana alam, yang mendukung SDGs kesetaraan gender ^[107]. Misalnya, Terry (2009) menegaskan bahwa tidak ada keadilan iklim tanpa keadilan gender dan bahwa analisis gender penting untuk mengevaluasi kebijakan dalam mengurangi karbon ^[105]. UNFCCC juga mengakui bahwa solusi iklim yang efektif membutuhkan pemahaman tentang ketidaksetaraan gender dan persinggungannya dengan isu-isu termasuk struktur kelembagaan; akses dan kontrol sumber daya; proses pengambilan keputusan; dan jejaring sosial, budaya, dan formal ^[108]. Singkatnya, analisis gender yang menggambarkan interaksi antara perubahan iklim dan ketidaksetaraan gender sangat penting untuk memastikan solusi iklim yang responsif dan transformasional gender.

Hak atas tanah dan sumber daya yang terjamin sangat penting untuk kehidupan, mata pencaharian, ketahanan, dan keamanan. Enam puluh lima persen dari tanah dunia dikelola oleh Penduduk Asli dan masyarakat lokal di bawah kepemilikan tanah adat, tetapi hanya 10% dari tanah ini yang secara resmi diakui oleh negara sebagai milik kelompok-kelompok ini ^[109]. Tanah-tanah ini sering kali menyediakan penyerap karbon yang substansial, yang dapat diklaim oleh negara-negara sebagai bagian dari kemajuan mereka dalam memenuhi target iklim mereka. Meskipun mitigasi karbon dari sejarah konservasi tanah-tanah ini bukanlah *tambahan*, perlindungan berkelanjutan atas kawasan-kawasan ini sangat penting untuk menjaga kenaikan suhu global jauh di bawah 2°C, dan karenanya harus dihargai dan diberi insentif. Selanjutnya, lahan yang diklaim oleh masyarakat lokal yang sebelumnya dijajah dapat dikembalikan kepada pemilik tradisional untuk memperkenalkan kembali praktik pengelolaan lahan dan kebakaran yang dapat menghasilkan hasil mitigasi iklim ^[110].

Penguasaan atas tanah merupakan sumber utama konflik yang mengancam hak asasi manusia, pembangunan ekonomi, budaya, konservasi, dan mitigasi perubahan iklim ^[109]. Perusahaan dengan koneksi politik dan kekayaan yang kuat seringkali dapat memperoleh hak atas tanah dengan cepat sementara Penduduk Asli dan komunitas lokal menghabiskan waktu bertahun-tahun untuk menavigasi proses yang rumit dan memberatkan untuk mendapatkan lahan mereka. Banyak proyek NCS yang ada telah membantu memperjelas penguasaan lahan bagi pemilik lahan dan masyarakat lokal ^[111], tetapi masalah kelembagaan harus ditangani dalam skala besar untuk benar-benar mengubah sektor lahan. Beberapa proyek NCS yang beroperasi di dekat atau di dalam kawasan lindung menemukan bahwa meskipun kawasan tersebut secara resmi “dilindungi,” masyarakat di sekitarnya masih bergantung pada lahan tersebut untuk hidup, dan dengan demikian melanjutkan kegiatan yang mengakibatkan deforestasi dan/atau degradasi hutan dalam pemenuhan kebutuhan hidup mereka. Selain itu, dalam banyak kasus, kawasan yang digolongkan sebagai kawasan lindung seringkali menghalangi masyarakat lokal menggunakan lahan untuk menopang diri mereka sendiri sementara perusahaan dan pemerintah masih dapat mengambil untung darinya. Mengingat ketidaksetaraan dan ketidakadilan historis yang melingkupi hak atas tanah sangat penting saat melakukan asesmen NCS.

Beberapa pertanyaan utama yang perlu dipertimbangkan terkait penguasaan tanah meliputi:

- *Siapa yang memiliki tanah yang sedang dipertimbangkan untuk kegiatan NCS? Siapa yang berhak atas tanah?*
- *Apakah masyarakat terusir dan/atau kehilangan haknya dari tanah ini?*
- *Apakah ketidaksetaraan hak atas tanah diperbaiki atau diperburuk melalui penerapan NCS?*

- *Bisakah Anda memasukkan pengamanan hak atas tanah sebagai solusi mitigasi perubahan iklim dalam asesmen Anda?*

Konteks keadilan iklim setiap negara itu unik. Satu teknik asesmen NCS mungkin tidak berlaku untuk semua negara dalam hal memastikan keadilan iklim. Sepanjang analisis Anda, mungkin sulit untuk membuat hubungan antara keputusan analitis (misalnya, resolusi tutupan lahan apa yang akan digunakan untuk membuat peta) dan dampak keputusan itu pada orang-orang (misalnya, bahwa peta dengan resolusi yang lebih rendah mungkin gagal untuk mendeteksi kawasan yang dikelola oleh masyarakat adat dengan menggunakan metode berdampak rendah). Namun upaya tersebut

bermanfaat. Salah satu taktik untuk membantu membuat hubungan ini adalah dengan melibatkan pemangku kepentingan yang terdampak di semua tahap asesmen NCS untuk dapat membuktikan kebenaran dampak keputusan analitis.

Buku panduan NCS ini hanya menyinggung secara singkat tentang pentingnya keadilan iklim. Penulis panduan ini mengakui bahwa kami memiliki lebih hal untuk didengar, dipelajari dan dikerjakan, tetapi kami berkomitmen pada prinsip keadilan dan kesetaraan dalam solusi iklim. Kami juga menyadari bahwa mengintegrasikan keadilan iklim ke dalam pendekatan kami akan meningkatkan hasil iklim dan menjadi kunci keberhasilannya.



Seorang petani mengambil biji kacang polong di Desa Minzhu, di tepi Cagar Alam Laohegou, Provinsi Sichuan, Cina. © Nick Hall/TNC

Glosarium

Catatan: Banyak dari definisi di bawah ini dikutip atau diparafrasekan dari IPCC^[87].

Penambahan: Pengurangan GRK yang terjadi sebagai akibat langsung dari suatu aktivitas relatif terhadap *baseline* yang telah ditetapkan. Jika pengurangan akan terjadi tanpa adanya aktivitas ini, maka pengurangan tersebut tidak dianggap tambahan.

Aforestasi: Menetapkan hutan di lokasi yang secara historis tidak mendukung terjadinya sebuah hutan, atau di tempat yang tidak terjadi baru-baru ini. Karena aforestasi mungkin memiliki dampak keanekaragaman hayati yang negatif dan mungkin tidak berjalan dengan baik, kami memfokuskan pada praktik reforestasi atau restorasi tutupan hutan.

Albedo: Proporsi radiasi matahari yang dipantulkan oleh suatu permukaan atau benda, yang bervariasi menurut warna dan sifat lainnya. Perubahan albedo penting untuk penerapan NCS karena dapat menghalangi manfaat mitigasi. Misalnya, restorasi tutupan hutan, terutama di dataran tinggi atau daerah dengan tutupan salju musiman, dikaitkan dengan berkurangnya albedo dan efek pemanasan lokal. Ekspansi tutupan pohon perlu mengkompensasi efek ini dengan penyerapan karbon yang cukup tinggi untuk memungkinkan mitigasi.

Baseline: Titik awal untuk menilai kemajuan di masa depan atau membuat perbandingan^[112].

Biomassa: Massa total bahan biologis hidup dalam suatu luas atau volume. Dalam konteks NCS, biasanya mengacu pada pohon (termasuk akar)^[113].

Pasar karbon: Sistem perdagangan di mana negara atau yurisdiksi lain dapat membeli atau menjual

kredit dalam upaya memenuhi batasan emisi yurisdiksi mereka^[114].

Carbon offset: Kompensasi untuk emisi GRK di tempat lain melalui pembelian dan klaim kredit karbon. Kredit karbon mewakili satu metrik ton CO₂e yang telah diserap atau dihilangkan dari atmosfer. Kredit dapat dibeli, dijual, atau diperdagangkan di pasar *voluntary carbon* atau *compliance carbon*. Agar organisasi atau negara menjadi netral karbon, total jumlah kredit yang diklaim harus sama dengan sisa emisi setiap tahun. Untuk proyek NCS yang menghasilkan kredit, potensi dampak positif dan negatif terhadap keanekaragaman hayati, masyarakat lokal, dan jasa ekosistem lainnya harus dipertimbangkan selain manfaat iklim^[115].

Karbon pool: "Suatu sistem yang memiliki kapasitas untuk menyimpan atau melepaskan karbon, termasuk biomassa di atas permukaan tanah, biomassa di bawah tanah, sampah, kayu mati, dan karbon organik tanah."

Harga karbon: Harga emisi GRK yang dihindari atau dilepaskan. Dapat mengacu pada tarif pajak karbon atau harga izin emisi. Sering digunakan sebagai opsi untuk mewakili tingkat upaya dalam kebijakan mitigasi.

Serapan karbon: Penghilangan karbon dari atmosfer dan penyimpanannya dalam sistem alam. Dalam konteks NCS, mengacu pada CO₂ yang diambil oleh tanaman melalui fotosintesis dan disimpan sebagai karbon dalam biomassa dan tanah^[116,7].

Karbon sink: Sistem yang menyerap dan menyimpan lebih banyak CO₂ daripada yang dilepaskannya, mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer. Penyerap karbon alami utama adalah tanah, pepohonan dan tumbuhan lain, serta laut. Pada saat deforestasi dan pemanasan global meningkat, penyerap ini mungkin melemah dan berkurang.

Stok karbon: Total karbon yang disimpan dalam suatu benda atau sistem, terlepas dari waktu yang dibutuhkan untuk membangunnya^[7].

Keadilan iklim: Prinsip bahwa perspektif kita tentang perubahan iklim, baik pendorong yang mendasari maupun kebijakan dan proyek untuk mengatasi perubahan iklim, harus mencakup hak asasi manusia dan keadilan lingkungan, terutama yang berkaitan dengan populasi rentan dan masyarakat terpinggirkan.

Manfaat bersama: Manfaat tambahan bagi manusia dan alam yang timbul dari tindakan untuk mengendalikan perubahan iklim, selain manfaat mitigasi langsung.

NCS hemat biaya (100 USD per ton CO₂e): Tingkat potensi mitigasi dari jalur NCS tertentu dengan biaya pengurangan marjinal tidak lebih dari ~100 USD per ton CO₂e pada tahun 2030^[18]. Tingkat biaya ini sejalan dengan upaya untuk membatasi kenaikan suhu global hingga kurang dari 2°C.

Diskonto: Proses mengubah nilai moneter biaya atau manfaat yang terjadi di masa depan menjadi nilai yang setara saat ini.

Luasan: Area yang berlaku (atau unit yang setara) untuk mengukur fluks jalur NCS.

Fluks: Transfer GRK antara atmosfer dan sistem alam, dihitung sebagai jumlah serapan atau pengurangan emisi per unit luas yang berlaku untuk jalur NCS^[31].

Potensi pemanasan global (GWP): "Ukuran energi total yang diserap gas selama kurun waktu tertentu (biasanya 100 tahun) yang relatif terhadap emisi 1 ton karbon dioksida^[117]."

Kebocoran: Peningkatan emisi GRK yang terjadi di luar batas aktivitas pengurangan emisi dan yang

diakibatkan oleh pembatasan yang disebabkan oleh aktivitas tersebut.

NCS berbiaya rendah (10 USD per ton CO₂e):

Tingkat potensi mitigasi dari jalur NCS tertentu dengan biaya pengurangan marjinal tidak lebih dari ~10 USD per ton CO₂e pada tahun 2030^[18].

Biaya pengurangan marjinal (MAC): Biaya ekonomi yang terkait dengan pencegahan satu unit GRK memasuki atmosfer.

Mitigasi (perubahan iklim): Tindakan untuk mengurangi (sumber) emisi GRK atau meningkatkan serapan (penyerap), yang mengakibatkan penurunan konsentrasi GRK di atmosfer, untuk membatasi pemanasan global.

Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional (NDC): Tujuan pengurangan emisi GRK suatu negara berdasarkan Perjanjian Paris UNFCCC.

Solusi Iklim Alami (NCS): Konservasi, peningkatan pengelolaan lahan, dan tindakan restorasi yang meningkatkan penyimpanan karbon atau menghindari emisi GRK di hutan, lahan basah, padang rumput, dan lahan pertanian di seluruh dunia, sekaligus mendukung manusia dan keanekaragaman hayati^[2].

Solusi Berbasis Alam (NbS): Aksi-aksi untuk melindungi, mengelola secara berkelanjutan, dan memulihkan ekosistem alami atau yang dimodifikasi yang mengatasi tantangan sosial secara efektif dan adaptif, sekaligus memberikan manfaat bagi kesejahteraan manusia dan keanekaragaman hayati^[118]. NbS mencakup banyak jasa yang disediakan oleh alam (misalnya, mitigasi perubahan iklim, ketahanan dan adaptasi ekosistem, infrastruktur hijau untuk pengelolaan air hujan, dan jasa ekosistem seperti pemurnian udara).

Jalur: Strategi NCS khusus misalnya, penghindaran dampak lahan basah pesisir, pengelolaan unsur hara, atau reforestasi. Sebuah jalur dapat mencakup berbagai jenis aktivitas.

Permanen: Lamanya waktu tindakan mitigasi iklim berlanjut.

REDD+: Mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan serta peran konservasi, pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan peningkatan stok karbon hutan di negara-negara berkembang^[119,133]; mekanisme mitigasi perubahan iklim yang dikembangkan oleh Para Pihak untuk UNFCCC.

Biaya sosial karbon: Biaya ekonomi bagi masyarakat disebabkan oleh tambahan satu ton emisi CO₂e^[120].

Potensi Pemanasan Global Fluks Berkelanjutan

(SGWP): Peningkatan pengukuran dari pemancaran radiasi GRK dari GWP standard yang didasarkan pada satu denyut pelepasan GRK ke atmosfer. SGWP didasarkan pada pelepasan GRK secara terus menerus dari waktu ke waktu dan dengan demikian lebih realistis^[21].

Ketidakpastian: Suatu ukuran seberapa tepat perkiraan dan kemungkinan rentang di mana nilai yang “benar” berada.



Kawanan bison di lahan penggembalaan Peternakan Medano-Zapato, dekat Monumen Nasional dan Cagar Akam Great Sand Dune di selatan Colorado, A.S. © Ron Semrod/TNC

Sumber Tambahan

Ada banyak tinjauan sejawat dan publikasi lain yang mungkin berguna untuk asesmen NCS Anda. Kami menyertakan di sini subset referensi yang direkomendasikan terkait dengan topik yang tercakup dalam panduan ini.

SUMBER KOMPREHENSIF

- Nature4Climate. 2021. [Natural Climate Solutions World Atlas](#), US State Mapper, and Canada NCS Mapper.
- Griscom, B.W., J. Adams, P.W. Ellis, *et al.* 2017. [Natural climate solutions](#). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44):11645–11650. DOI: 10.1073/pnas.1710465114
- Griscom, B.W., J. Busch, S.C. Cook-Patton, *et al.* 2020. [National mitigation potential from natural climate solutions in the tropics](#). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 375(1794). DOI: 10.1098/rstb.2019.0126
- Sanderman, J., T. Hengl, & G.J. Fiske. 2017. [Soil carbon debt of 12,000 years of human land use](#). [Published correction appears in *PNAS* 2018 Feb 5]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114(36):9575–9580. DOI: 10.1073/pnas.1706103114
- Bossio, D.A., S.C. Cook-Patton, P.W. Ellis, *et al.* 2020. [The role of soil carbon in natural climate solutions](#). *Nature Sustainability*, 3:391–398.
- Liu, H., P. Gong, J. Wang, *et al.* 2020. [Annual dynamics of global land cover and its long-term changes from 1982 to 2015](#). *Earth System Science Data*. 12:1217–1243. DOI: 10.5194/essd-12-1217-2020
- The Nature Conservancy. 2019. [Playbook for Climate Action](#).
- The Nature Conservancy. 2018. [Playbook for Climate Finance](#).
- United Nations Development Programme. 2019. [Accelerating Climate Ambition and Impact: Toolkit for Mainstreaming Nature-Based Solutions into Nationally Determined Contributions](#). New York, USA: UNDP.
- World Resources Institute. [CAIT Climate Data Explorer](#).
- [Climate Watch](#). 2020. Washington, DC: World Resources Institute.
- University of Oxford Nature-based Solutions Evidence Platform <https://www.naturebasedsolutionsevidence.info/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. [Assessment Reports Portal](#).
- Intergovernmental Panel on Climate Change. [Emission Factor Database](#).
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019. [2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines on National Greenhouse Gas Inventories](#).
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. [2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories](#). Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC. ISBN 4-88788-032-4

SUMBER DAYA KEBIJAKAN

- Beasley, E., L. Schindler Murray, J. Funk, *et al.* 2019. [Guide to including nature in Nationally Determined Contributions](#).
- United Nations Development Programme. 2019. [Pathway for Increasing Nature-based Solutions in NDCs: A Seven-Step Approach for Enhancing Nationally Determined Contributions through Nature-based Solutions](#). New York, USA: UNDP
- United Nations Development Programme and United Nations Framework Convention on Climate Change. 2019. [NDC Global Outlook Report 2019](#).

PEMETAAN DAN SUMBER DAYA DATA

- Sayre, R., D. Karagulle, C. Frye, *et al.* 2020. An assessment of the representation of ecosystems in global protected areas using new maps of World Climate Regions and World Ecosystems. *Global Ecology and Conservation*. 21(e00860): 2351-9894. DOI: 10.1016/j.gecco.2019.e00860
- Dinerstein, E., D. Olson, A. Joshi, *et al.* 2017. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *BioScience*. 67(6): 534-545. DOI: 10.1093/biosci/bix014
- Global Forest Watch. Kemitraan yang diselenggarakan oleh World Resources Institute.
- Global Mangrove Alliance. Global Mangrove Watch.
- LandMark. Global Platform of Indigenous and Community Lands - Map
- Karen Payne. Database of GIS Data Repositories. University of Georgia.
- Open Data of the World. ESRI.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Geospatial information for sustainable food systems.

CARBON OFFSET: STANDAR KARBON SUKARELA TERKEMUKA

- Climate Action Reserve
- Gold Standard
- Verra

SUMBER DAYA KEADILAN IKLIM

- International Climate Justice Network. 2002. Bali Principles of Climate Justice. Corpwatch.
- University of California, Davis & University of Michigan, Ann Arbor. 2018. Building Equitable Partnerships for Environmental Justice.

- Burns, B. & T. Daniel. 2020. Pocket Guide to Gender Equality under the UNFCCC. European Capacity Building Initiative (ECBI).
- International Labour Organization. 1989. Indigenous and Tribal Peoples Convention. C169.
- LandMark. 2019. LandMark: The Global Platform of Indigenous and Community Lands.
- United Nations. 2007. The United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples.
- The Nature Conservancy. 2020. The Nature Conservancy's Human Rights Guide for Working with Indigenous Peoples and Local Communities.
- Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA). 2018. Power analysis: a practical guide.

SUMBER DAYA KHUSUS JALUR

- TNC. 2021. Data Layer Options for Selected Forest Pathways.

Pengelolaan Hutam Alam

- Runting, R.K., Ruslandi, B.W. Griscom, *et al.* 2019. Larger gains from improved management over sparing — sharing for tropical forests. *Nature Sustainability*. 2:53-61. DOI:10.1038/s41893-018-0203-0
- Ellis, P.W. & F.E. Putz, eds. 2019. Special Issue: Reduced-impact logging for climate change mitigation (RIL-C). *Forest Ecology and Management*. 439. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.02.034
- Ellis P.W., T. Gopalakrishna, R.C. Goodman, *et al.* 2019. Reduced-impact logging for climate change mitigation (RIL-C) can halve selective logging emissions from tropical forests. *Forest Ecology and Management*. 438:255-266. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.02.004

Pengelolaan Kebakaran Hutan

- Lipsett-Moore, G.J., N.H. Wolff, & E.T. Game. 2018. Emissions mitigation opportunities for savanna countries from early dry season fire management. *Nature Communications*. 9(2247). DOI: 10.1038/s41467-018-04687-7

Pemanenan Kayu Bakar yang Dihindari

- Bailis, R., R. Drigo, A. Ghilardi, & O. Masera. 2015. The carbon footprint of traditional woodfuels. *Nature Climate Change*. 5:255-272. DOI: 10.1038/nclimate2491

Reforestasi

- Cook-Patton, S.C., S.M. Leavitt, D. Gibbs, *et al.* 2020. Mapping carbon accumulation potential from global natural forest regrowth. *Nature*. 585(7826):545-550. DOI:10.1038/s41586-020-2686-x
- Requena Suarez, D., D.M.A. Rozendaal, V. De Sy, *et al.* 2019. Estimating aboveground net biomass change for tropical and subtropical forests: Refinement of IPCC default rates using forest plot data. *Global Change Biology*. 25(11):3609-3624. DOI: 10.1111/gcb.14767
- Busch J., J. Engelmann, S.C. Cook-Patton, *et al.* 2019. Potential for low-cost carbon dioxide removal through tropical reforestation. *Nature Climate Change*. 9:463-466. DOI: 10.1038/s41558-019-0485-x

- Osuri, A.M., A. Gopal, T.R. Shankar Raman, *et al.* 2020. Greater stability of carbon capture in species-rich natural forests compared to species-poor plantations. *Environmental Research Letters*. 15(034011). DOI: 10.1088/1748-9326/ab5f75

Restorasi lahan basah pesisir

- Worthington, T.A., D.A. Andradi-Brown, R. Bhargava, *et al.* 2020. Harnessing Big Data to Support the Conservation and Rehabilitation of Mangrove Forests Globally. *One Earth*. 2(5):429-443. DOI: 10.1016/j.oneear.2020.04.018

Lahan gambut

- Conchedda, G. & F.N. Tubiello. 2020. Drainage of organic soils and GRK emissions: Validation with country data. *Earth System Science Data*. 12:3113-3137. DOI: 10.5194/essd-12-3113-2020
- Humpenöder, F., K. Karstens, H. Lotze-Campen, *et al.* 2020. Peatland protection and restoration are key for climate change mitigation. *Environmental Research Letters*, 15:104093. DOI: 10.1088/1748-9326/abae2a

Pepohonan di lahan pertanian

- Chapman, M., W.S. Walker, S.C. Cook-Patton, *et al.* 2020. Large climate mitigation potential from adding trees to agricultural lands. *Global Change Biology*. 26(8)4357-4365. DOI: 10.1111/gcb.15121

Karya-karya yang Dikutip

- 1 Perserikatan Bangsa-bangsa. 2015. Paris Agreement. Paris, Prancis.
- 2 Griscom, B.W., J. Adams, P.W. Ellis, *et al.* 2017. Natural climate solutions. *Prosiding Akademi Ilmu Pengetahuan Nasional*, 114(44):11645-11650. DOI: 10.1073/pnas.1710465114
- 3 Nachmany, M. & E. Mangan. 2018. Aligning national and international climate targets. London: Grantham Research Institute tentang Perubahan Iklim dan Lingkungan dan Pusat Ekonomi dan Kebijakan Perubahan Iklim, London School of Economics and Political Science.
- 4 UNFCCC. 2021. Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat.
- 5 IPCC. 2018. Summary for Policymakers. Dalam: Pemanasan Global 1,5°C. Laporan Khusus IPCC tentang dampak pemanasan global 1,5°C di atas tingkat pra-industri dan jalur emisi gas rumah kaca global terkait, dalam rangka memperkuat respons global terhadap ancaman perubahan iklim, pembangunan berkelanjutan, dan upaya pengentasan kemiskinan [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., H.-O. Pörtner, *et al.* (eds.)]. *Organisasi Meteorologi Dunia*, Jenewa, Swiss.
- 6 Climate Action Tracker. 2021. Global Update: Climate Summit Momentum.
- 7 Waughray, D. K. N., D. B. Holdorf, C. M. R. Eschandi, *et al.* 2021. What is “nature positive” and why is it the key to our future? World Economic Forum.
- 8 Nesshöver, C., Assmuth, T., K. N. Irvine, *et al.* 2017. The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of The Total Environment*, 579, 1215-1227. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.106
- 9 IUCN. 2021. Nature-based Solutions.
- 10 FAO. 2003. Forests and climate change. In: Instruments related to the UNFCCC and their potential for sustainable forest management in Africa.
- 11 Moomaw, W.R., Chmura, G. L., Davies, G. T., *et al.* 2018. Wetlands in a changing climate: science, policy, and management. *Wetlands*, 38:183-205. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8>
- 12 Ramsar Convention on Wetlands. 2018. Ramsar Briefing Note 10: Wetland Restoration for Climate Change Resilience.
- 13 Venterea, R.T., J.A. Coulter, & M.S. Dolan. 2016. Evaluation of intensive “4R” strategies for decreasing nitrous oxide emissions and nitrogen surplus in rainfed corn. *Journal of Environmental Quality*. 45:1186-1195. DOI: 10.2134/jeq2016.01.0024
- 14 Nature4Climate. 2021. Natural Climate Solutions World Atlas.
- 15 Dreyer, C.R., S.C. Cook-Patton, F. Akhter, *et al.* Natural climate solutions for Canada. *Science Advances*, 7(23), eabd6034. DOI: 10.1126/sciadv.abd6034.
- 16 United Nations Development Programme. 2019. Pathway for increasing nature-based solutions in NDCs: A seven-step approach for enhancing nationally determined contributions through nature-based solutions. New York, USA: UNDP.
- 17 United Nations Climate Change. Nationally appropriate mitigation actions (NAMAs).
- 18 UNFCCC. Reducing emissions from deforestation, and forest degradation in developing countries.
- 19 United Nations Development Programme. 2019. Accelerating climate ambition and impact: Toolkit for mainstreaming nature-based solutions into nationally determined contributions. New York, USA: UNDP.
- 20 West, T.A.P., J. Börner, E.O. Sills, & A. Kontoleon. 2020. Overstated carbon emission reductions from voluntary REDD+ projects in the Brazilian Amazon. *Prosiding Akademi Ilmu Pengetahuan Nasional*. 117(39):24188-24194. DOI: 10.1073/pnas.2004334117
- 21 Perserikatan Bangsa-bangsa. 2021. Sustainable Development Goals Metadata Repository.
- 22 Science Based Targets Network. 2020. Science-based targets for nature: Initial guidance for business.
- 23 Griscom, B.W., G. Lomax, T. Kroeger, *et al.* 2019. We need both natural and energy solutions to stabilize our climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 25(6):1889-1890. DOI: 10.1111/gcb.14612
- 24 IPCC. 2019. Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, *et al.* (eds.)].
- 25 Pendrill, F., U.M. Persson, J. Godar, *et al.* 2019. Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions. *Global Environmental Change*. 56:1-10. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2019.03.002
- 26 Henderson, K., D. Pinner, M. Rogers, *et al.* 2020. Climate math: What a 1.5-degree pathway would take. *McKinsey Quarterly*
- 27 Neubauer, S.C. & J.P. Megonigal. 2015. Moving beyond global warming potentials to quantify the climatic role of ecosystems. *Ecosystems*. 18:1000-1013. DOI: 10.1007/s10021-015-9879-4
- 28 Cain, M., Lynch, J., Allen, M.R. *et al.* Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. *Climate and Atmospheric Science*, 2:29.
- 29 Fesenfeld, L.P., Schmidt, T.S., Schrode, A. 2018. Climate policy for short- and long-lived pollutants. *Nature Climate Change*, 8:924-936.
- 30 Pingoud, K., K.E. Skog, D.L. Martino, *et al.* 2019. Chapter 12: Harvested Wood Products. In: 2019 Refinement to

- the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 4:1-49.
- 31 Cook-Patton, S.C., S.M. Leavitt, D. Gibbs, *et al.* 2020. Mapping potential carbon capture from global natural forest regrowth. *Nature*. 585:545-550. DOI:10.1038/s41586-020-2686-x
- 32 Galik, C.S., D.M. Cooley, & J.S. Baker. 2012. Analysis of the production and transaction costs of forest carbon offset projects in the USA. *Journal of Environmental Management*. 112:128-136. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.06.045
- 33 Kroeger, T., C. Klemz, T. Boucher, *et al.* 2019. Return on investment of watershed conservation: Best practices approach and case study for the Rio Camboriú watershed, Santa Catarina, Brazil. *Science of the Total Environment*. 657:1368-1381. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.116
- 34 Pearson, T.R.H., S. Brown, & B. Sohngen, *et al.* 2014. Transaction costs for carbon sequestration projects in the tropical forest sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 19:1209-1222. DOI: 10.1007/s11027-013-9469-8
- 35 Rogelj, J., D. Shindell, K. Jiang, *et al.* 2018. Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. *Global Warming of 1.5 °C*, 93-174.
- 36 Dietz, S., & Stern, N. 2015. Endogenous Growth, Convexity of Damage and Climate Risk: How Nordhaus' Framework Supports Deep Cuts in Carbon Emissions. *The Economic Journal*, 125(583), 574-620. DOI: 10.1111/ecoj.12188
- 37 Hänsel, M.C., M.A. Drupp, D.J.A. Johansson, *et al.* 2020. Climate economics support for the UN climate targets. *Nature Climate Change*. 10, 781-789. DOI: 10.1038/s41558-020-0833-x
- 38 Glanemann, N., S.N. Willner, A. Levermann. 2020. Paris Climate Agreement passes the cost-benefit test. *Nature Communications*. 11(1):110. DOI: 10.1038/s41467-019-13961-1.
- 39 Fargione, J.E., S. Bassett, T. Boucher, *et al.* 2018. Natural climate solutions for the United States. *Science Advances*. 4(11)eaat1869. DOI: 10.1126/sciadv.aat1869
- 40 Dalkey, N. & O. Helmer. 1963. an experimental application of the delphi method to the use of experts. *Management Science*. 9(3):351-515. DOI: 10.1287/mnsc.9.3.458
- 41 Morgan, M.G. 2014. Use (and abuse) of expert elicitation in support of decision making for public policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111(20):7176-7184. DOI: 10.1073/pnas.1319946111
- 42 Groves, C., & E.T. Game. 2016. Conservation planning: Informed decisions for a healthier planet. Roberts and Company Publishers, Greenwood Village, Colorado, USA.
- 43 2021. Error Propagation (Propagation of Uncertainty). Statistics How To.
- 44 Paciornik, N., M. Gillenwater, R. De Lauretis, *et al.* 2019. Chapter 3: Uncertainties. *Dalam: Penyempurnaan 2019 pada Pedoman IPCC 2006 untuk Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. 45 McMurray, A., T. Pearson, & F. Casarim. 2017. Guidance on applying the Monte Carlo approach to uncertainty analyses in forestry and greenhouse gas accounting. Winrock International, Arlington, Virginia, USA.
- 46 Seddon, N., A. Chausson, P. Berry, *et al.* 2020. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 375:1794. DOI: 10.1098/rstb.2019.0120
- 47 Smith, P., J. Adams, D.J. Beerling, *et al.* 2019. Land-management options for greenhouse gas removal and their impacts on ecosystem services and the sustainable development goals. *Annual Review of Environment and Resources*. 44:255-286. DOI: 10.1146/annurev-environ-101718-033129
- 48 McDonald, R.I., T. Kroeger, P. Zhang, & P. Hamel. 2019. The value of US urban tree cover for reducing heat-related health impacts and electricity consumption. *Ecosystems*. (23)137-150. DOI: 10.1007/s10021-019-00395-5
- 49 McPherson, G., J.R. Simpson, P.J. Peper, *et al.* 2005. Municipal forest benefits and costs in five US cities. *Journal of Forestry*. 103(8):411-416. DOI: 10.1093/jof/103.8.411
- 50 Busch, J., J. Engelmann, S.C. Cook-Patton, *et al.* 2019. Potential for low-cost carbon dioxide removal through tropical reforestation. *Nature Climate Change*. 9:463-466. DOI: 10.1038/s41558-019-0485-x
- 51 Jones, J.P.H., J.S. Baker, K. Austin, *et al.* 2019. Importance of Cross-Sector Interactions When Projecting Forest Carbon across Alternative Socioeconomic Futures. *Journal of Forest Economics*. 34(3-4):205-231. DOI: 10.1561/112.00000449
- 52 Frederick, S., G. Loewenstein, & T. O'Donoghue. 2002. Time discounting and time preference: A critical review. *Journal of Economic Literature*. 40(2):351-401. DOI: 10.1257/002205102320161311
- 53 Arrow, K.J., M.L. Cropper, C. Gollier, *et al.* 2014. Should governments use a declining discount rate in project analysis? *Review of Environmental Economics and Policy*. 8(2):145-163. DOI: 10.1093/reep/reu008
- 54 Freeman, M.C., B. Groom, E. Panopoulou, & T. Pantelidis. 2013. Declining discount rates and the Fisher Effect: Inflated past, discounted future? GRI Working Papers 109, Grantham Research Institute pada Climate Change and the Environment.
- 55 Addicott, E.T., E.P. Fenichel, & M.J. Kotchen. 2020. Even the representative agent must die: Using demographics to inform long-term social discount rates. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*. 7(2):379-415. DOI: 10.1086/706885
- 56 Moore, M.A., A.E. Boardman, & A.R. Vining. 2020. Social discount rates for seventeen Latin American countries: Theory and parameter estimation. *Public Finance Review*. 48(1):43-71. DOI: 10.1177/1091142119890369

- 57 McKinsey and Company. 2021. Why investing in nature is key to climate mitigation.
- 58 Friedrich, J., M. Ge, & A. Pickens. 2020. This interactive chart shows changes in the world's top 10 emitters. World Resources Institute Blog.
- 59 Environment and Climate Change Canada. 2020. Canadian environmental sustainability indicators: Greenhouse gas emissions.
- 60 Secretariat of the Convention on Biological Diversity. The Convention on Biological Diversity.
- 61 Gao, F., T. He, Z. Wang, *et al.* 2014. Multiscale climatological albedo look-up maps derived from moderate resolution imaging spectroradiometer BRDF/albedo products. *Journal of Applied Remote Sensing*, 8(1), p.083532. DOI: 10.1117/1.JRS.8.083532
- 62 Global Carbon Project. 2020. Supplemental data of Global Carbon Budget 2020 (Version 1.0) [kumpulan data]. Global Carbon Project. DOI: 10.18160/gcp-2020
- 63 IPCC. 2020. Comprehensive report of China's long-term low-carbon development strategy and transition path research [dalam bahasa Cina]. *China Population, Resources and Environment*. 30(11):1-25.
- 64 UNFCCC. 2015. Enhanced Actions on Climate Change [dalam bahasa Cina].
- 65 Jing, G. 2020. A series of major climate policies have demonstrated China's commitment to green and low-carbon development [dalam bahasa Cina]. *Xinhua News Agency*.
- 66 Zhou, C., T. Mao, X. Xu, *et al.* 2016. Preliminary analysis of the carbon sink potential of the blue carbon ecosystem in China's coastal zone [dalam bahasa Cina]. *Science China Life Sciences*. 46(4):475-486.
- 67 Duan, X., X. Wang, T. Yao, *et al.* 2006. Advance in the studies on carbon sequestration potential of wetland ecosystem [J] [dalam bahasa Cina]. *Ecology and Environment*. 15(5): 1091-1095.
- 68 FAOSTAT. Fertilizers by nutrient [kumpulan data].
- 69 Wei, C.Y. 2016. Study on carbon sink and carbon emission trading in grassland in China [dalam bahasa Cina]. *Animal Husbandry of China*. (24) 68-69.
- 70 Meng, L., & H.W. Gao. 2002. Status quo and restoration strategy of degraded grassland in China [dalam bahasa Cina]. China International Grassland Development Conference and the Sixth Congress of the Chinese Grassland Society. 304-307.
- 71 General Office of the State Council (China). 2011. 12th five-year plan on GRK emission control [dalam bahasa Cina]. No. 41.
- 72 State Council (China). 2016. 13th five-year plan on GRK emission control. No. 61.
- 73 Gao, J. 2019. How China will protect one-quarter of its land. *Nature*. 569:457. DOI: 10.1038/d41586-019-01563-2
- 74 Zhang, X.Q., Q. Xie, & N. Zeng. 2020. Nature-based solutions to address climate change [dalam bahasa Cina]. *Progress in Climate Change Research*.
- 75 The Nature Conservancy China Program. 2021. Nature-based Solutions: Research and Practice [dalam bahasa Cina]. Beijing: China Environmental Publishing Group.
- 76 Kongres Kolombia. 2016. Law 1819 of 2016 [dalam bahasa Spanyol].
- 77 Ministry of Environment and Sustainable Development (Colombia). 2017. Decree 926 of 2017 [dalam bahasa Spanyol].
- 78 Instituto Humboldt. 2017. Colombian Biodiversity: Numbers to keep in mind [dalam bahasa Spanyol]. Press bulletin, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- 79 Republik Indonesia. 2018. Indonesia Second Biennial Update Report. UNFCCC, Bonn, Germany.
- 80 Griscom, B. W., J. Busch, J., S.C. Cook-Patton, *et al.* 2020. National mitigation potential from natural climate solutions in the tropics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 375(1794):20190126. DOI: 10.1098/rstb.2019.0126
- 81 Page, S.E., J.O. Rieley, & C.J. Banks. 2011. Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*. 17(2):798-818. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02279.x
- 82 Gumbrecht, T., R.M. Roman-Cuesta, L. Verchot, *et al.* 2017. An expert system model for mapping tropical wetlands and peatlands reveals South America as the largest contributor. *Global Change Biology*. 23(9):3581-3599. DOI:10.1111/gcb.13689
- 83 Giri, C., E. Ochieng, L.L. Tieszen, *et al.* 2010. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*. 20(1):154-159. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x
- 84 Rypdal, K., N. Paciorek, S. Eggleston, *et al.* 2006. Chapter 1: Introduction to the 2006 guidelines. *Dalam: Pedoman IPCC tahun 2006 untuk Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*.
- 85 Murdiyarso, D., J. Purbopuspito, J. Boone Kauffman, *et al.* 2015. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*. 5:1089-1092. DOI: 10.1038/nclimate2734
- 86 Alongi, D.M., D. Murdiyarso, J.W. Fourqurean, *et al.* 2016. Indonesia's blue carbon: A globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecology and Management*. 24(3):3-13. DOI: 10.1007/s11273-015-9446-y
- 87 IPCC. 2014. Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Kontribusi Kelompok Kerja I, II dan III pada Laporan Penilaian Kelima Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim [Tim Penulis Inti, R.K. Pachauri dan L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Jenewa, Swiss, pp. 117-130.
- 88 Boden, T.A., G. Marland, and R.J. Andres. 2017. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. DOI: 10.3334/CDIAC/00001_V2017

- 89 Center for Climate and Energy Solutions. Global Emissions Data.
- 90 Cameron, D.R., D.C. Marvin, J.M. Remucal & M.C. Passero. 2017. Ecosystem management and land conservation can substantially contribute to California's climate mitigation goals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(48):12833-12838. DOI: 10.1073/pnas.1707811114
- 91 Graves, R.A., R.D. Haugo, A. Holz, *et al.* 2020. Potential greenhouse gas reductions from Natural Climate Solutions in Oregon, USA. *PLoS One*. DOI: 10.1371/journal.pone.0230424
- 92 Cook-Patton, S.C., T. Gopalakrishna, A. Daigneault, *et al.* 2020. Lower cost and more feasible options to restore forest cover in the contiguous United States for climate mitigation. *One Earth*. 3(6):739-752. DOI: 10.1016/j.oneear.2020.11.013
- 93 Fargione, J., D.L. Haase, O.T. Burney, *et al.* 2021. Challenges to the reforestation pipeline in the United States. *Frontiers in Forests and Global Change*. 4. DOI: 10.3389/ffgc.2021.629198
- 94 Ricke, K., L. Drouet, K. Caldeira, *et al.* 2018. Country-level social cost of carbon. *Nature Climate Change*. 8:895-900. DOI: 10.1038/s41558-018-0282-y
- 95 United Nations. 1992. Convention on biological diversity.
- 96 Reid, W.V., H.A. Mooney, A. Cropper, *et al.* 2005. Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report. Island Press, Washington, D.C.
- 97 Bartholemew, S. 2015. What does climate justice mean to you? Climate Generation Blog.
- 98 Environmental Justice Initiative. n.d. The Climate Justice Declaration. School of Natural Resources and Environment, University of Michigan.
- 99 The Nature Conservancy. n.d. Tanzania: Tuungane Project. Nature.org.
- 100 United Nations. 2007. The United Nations declaration on the rights of Indigenous Peoples.
- 101 International Labour Organization. 1989. Indigenous and Tribal Peoples Convention. C169.
- 102 The Nature Conservancy. n.d. Human Rights Guide.
- 103 Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA). 2018. Power analysis: A practical guide.
- 104 University of California, Davis & University of Michigan, Ann Arbor. 2018. Building equitable partnerships for environmental justice.
- 105 Terry, G. 2009. No climate justice without gender justice: an overview of the issues. *Gender & Development*. 17(1)5-18. DOI: 10.1080/13552070802696839
- 106 Pearse, R. 2016. Gender and climate change. *WIREs Climate Change*. 8(2):e451. DOI: 10.1002/wcc.451
- 107 United Nations General Assembly. 2015. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. A/RES/70/1.
- 108 Burns, B. & T. Daniel. 2020. Pocket guide to gender equality under the UNFCCC. European Capacity Building Initiative (ECBI).
- 109 Rights and Resources Initiative. 2015. Who owns the world's land? A global baseline of formally recognized Indigenous and community land rights. Washington, D.C.: RRI
- 110 Lipsett-Moore, G.J., N.H. Wolff, & E.T. Game. 2018. Emissions mitigation opportunities for savanna countries from early dry season fire management. *Nature Communications*. 9 (2247). DOI: 10.1038/s41467-018-04687-7
- 111 Goldstein, A. Mar 2016. Not so niche: Co-benefits at the intersection of forest carbon and sustainable development. Forest Trends' Ecosystem Marketplace.
- 112 European Commission. 2014. Eurostat: Statistics Explained.
- 113 Parresol, Bernard R. 2002. Biomass. *Encyclopedia of Environmetrics* (ISBN 0471 899976). 1:196-198.
- 114 General Secretariat of the Council Directorate. 2011. Climate change: Key terms in 23 languages. European Union.
- 115 UN Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre. 2019. Biodiversity A-Z website. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- 116 USFS. 2016. Valuing Ecosystem Services: Carbon Sequestration.
- 117 Denchak, M. 2019. Greenhouse Effect 101. Natural Resources Defense Council (NRDC).
- 118 IUCN. 2020. Nature-based solutions.
- 119 UNFCC. 2021. REDD+ Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Overview.
- 120 Nordhaus, W.D. 2017. Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114(7)1518-1523. DOI: 10.1073/pnas.1609244114

Next page: Sunsetat Tallgrass Prairie National Preserve near Strong City, Kansas, U.S. @ Ryan Donnell/TNC

