



Rehabilitasi Kawasan Pesisir untuk Adaptasi Perubahan Iklim

Peran kunci mangrove dalam
Nationally Determined Contributions

Jamaluddin Jompa
Daniel Murdiyarso

Working Paper 12

Rehabilitasi Kawasan Pesisir untuk Adaptasi Perubahan Iklim

Peran kunci mangrove dalam Nationally Determined
Contributions

Jamaluddin Jompa
Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia

Daniel Murdiyarso
Center for International Forestry Research

Working Paper 12

© 2022 CIFOR-ICRAF



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

DOI: 10.17528/cifor-icraf/008792

Jompa J dan Murdiyarso D. 2022. *Rehabilitasi Kawasan Pesisir untuk Adaptasi Perubahan Iklim: Peran kunci mangrove dalam Nationally Determined Contributions*. Working Paper 12. Bogor, Indonesia: CIFOR.

CIFOR

Jl. CIFOR, Situ Gede
Bogor Barat 16115
Indonesia
T +62 (251) 8622-622
F +62 (251) 8622-100
E cifor@cgiar.org

ICRAF

United Nations Avenue, Gigiri
PO Box 30677, Nairobi, 00100
Kenya
T +254 20 7224000
F +254-20- 7224001
E worldagroforestry@cgiar.org

cifor-icraf.org

Kami ingin berterima kasih kepada para donatur yang telah mendukung penelitian ini melalui kontribusinya terhadap Dana CGIAR. Untuk daftar donor dapat dilihat dalam: <http://www.cgiar.org/about-us/our-funders/>

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

Daftar isi

Ringkasan Eksekutif	v
Kata Pengantar	vi
1 Pendahuluan	1
2 Pemanfaatan Karbon Biru dalam Adaptasi Perubahan Iklim	4
3 Pemanfaatan Karbon Biru dalam Implementasi NDC Indonesia	7
3.1 Rehabilitasi/restorasi ekosistem pesisir	7
3.2 Strategi mitigasi	8
3.3 Strategi adaptasi	9
4 Peran Pemangku Kepentingan	12
4.1 Kementerian/Lembaga	12
4.2 Non-party stakeholders	13
4.3 Pendanaan	13
5 Rekomendasi	14
5.1 Skenario dasar	14
5.2 Skenario PRK-Menengah	15
5.3 Skenario PRK-Tinggi	15
5.4 Skenario PRK-Plus	15
6 Penutup	18
Daftar Pustaka	19

Daftar tabel dan gambar

Tabel

1	Analisis SWOT Pemanfaatan <i>Blue Carbon</i> dalam Adaptasi Perubahan Iklim	6
2	Pilihan adaptasi perubahan iklim di Kawasan terhadap Pesisir/Laut	11
3	Contoh rekomendasi adaptasi perubahan iklim	16
4	Identifikasi tantangan dan peluang penyusunan <i>roadmap</i> NDC (KLHK, 2020)	17

Gambar

1	Siklus adaptasi yang perlu diterapkan di kawasan pesisir dimana penyesuaian dapat dilakukan jika diperlukan (dimodifikasi dari: Jones, 2009)	10
---	--	----

Ringkasan Eksekutif

Mangrove *blue carbon* memiliki potensi yang besar dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Hal ini terkait dengan cadangan karbon (*carbon stocks*) ekosistem ini sangat besar, yaitu 3-5 kali lebih besar dari Dengan garis pantai sepanjang lebih dari 90.000 km – terpanjang kedua setelah Kanada, menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara yang sangat berkepentingan untuk melindungi kawasan pesisirnya. Apalagi sebagian besar penduduk Indonesia bermukim di kawasan pesisir yang rentan terhadap perubahan lingkungan. Tingginya kepadatan penduduk di kawasan ini mendorong pemerintah dan masyarakat untuk memanfaatkan kawasan pesisir secara berkelanjutan dan menjadikan paradigma yang harus terus diurusutamakan. Selain tekanan kepadatan penduduk yang berdampak langsung pada ekosistem pesisir, ancaman kerusakan juga datang dari kenaikan muka laut sebagai akibat perubahan iklim. Besarnya risiko kerusakan yang dihadapi menjadikan pesisir sebagai kawasan dengan tingkat kerentanan yang tinggi.

Oleh karena itu keberadaan dan kelestarian vegetasi pesisir seperti hutan mangrove dan tutupan lamun yang cukup luas adalah kunci keberhasilan konservasi dan solusi berbasis alam (*nature-based solution*) untuk perubahan iklim yang sudah terjadi dan akan terus berlangsung. Sehubungan dengan upaya menanggulangi dampak-dampak perubahan iklim, ekosistem pesisir juga memiliki peluang yang sangat besar dalam mendukung inisiatif Pembangunan Rendah Karbon, PRK (*Low Carbon Development Initiative*, LCDI) dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, TPB (*Sustainable Development Goals*, SDG).

Memposisikan pengelolaan kawasan pesisir dalam *Nationally Determined Contributions* (NDC) merupakan sebuah langkah cerdas. Ekosistem pesisir yang kaya karbon dan disaat bersamaan menjadi tumpuan penghidupan sebagian besar penduduk miskin di Indonesia, harapannya dapat dikelola dengan bijak melalui penyeimbangan upaya-upaya mitigasi dan adaptasi yang berkelanjutan sesuai dengan arahan Perjanjian Paris.

Rehabilitasi/restorasi kawasan pesisir perlu mengedepankan aspek adaptasi terhadap perubahan iklim. Untuk itu kawasan pesisir harus dapat dikembalikan perannya dalam mengatasi peningkatan muka air laut, gelombang, erosi pantai, banjir, dan penggenangan, sehingga ketahanan masyarakat, khususnya masyarakat nelayan yang tinggal di kawasan pesisir dapat dijaga bahkan ditingkatkan.

Peluang dan kendala yang dihadapi dalam mengurusutamakan kawasan pesisir dan ekosistem mangrove karbon biru (*blue carbon mangrove ecosystem*) telah diidentifikasi dan perlu diantisipasi ketika kawasan pesisir dimasukkan dalam strategi nasional dalam mencapai target NDC. Ketahanan kawasan pesisir tidak hanya menyangkut aspek fisik (abrasi, sedimentasi, dan banjir/penggenangan) tetapi juga aspek sosial/ekonomi masyarakat beserta kelembagaan yang mendukungnya. Oleh karena itu alur informasi dan pendanaan harus transparan untuk semua pemangku kepentingan, sehingga pengambilan keputusan dan implementasi agenda adaptasi dapat dilakukan secara efektif, efisien dan seimbang.

Seperti dianjurkan dalam Perjanjian Paris upaya melakukan penggabungan (*bundling*) adaptasi dan mitigasi juga didemonstrasikan dalam dokumen ini untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam rehabilitasi/restorasi kawasan pesisir. Siklus adaptasi yang responsif disarankan untuk diadopsi agar tindakan adaptif di kawasan strategis ini dapat segera dimulai, dimonitor dan dievaluasi. Sehubungan dengan itu beberapa skenario mitigasi emisi yang dikaitkan dengan tindakan adaptasi dapat dipertimbangkan untuk memfasilitasi pencapaian target NDC dan tujuan SDG tahun 2030.

Kata Pengantar

Program rehabilitasi/restorasi mangrove dalam skala besar di Indonesia telah menarik perhatian banyak pihak di dalam maupun di luar negeri. Hal ini terjadi sehubungan dengan volume pekerjaan dan waktu yang tersedia untuk melaksanakannya. Untuk menangkap aspirasi publik yang terkait dengan program ini, sebuah *webinar* diselenggarakan pada tanggal 31 Maret 2022. Webinar tersebut membahas 3 aspek utama: strategi jangka panjang pengelolaan kawasan pesisir, kawasan pesisir untuk mitigasi perubahan iklim dan kawasan pesisir untuk adaptasi perubahan iklim.

Dokumen ini disusun untuk memaparkan secara ringkas peluang dan tantangan yang dihadapi dalam menempatkan pengelolaan kawasan pesisir sebagai salah satu agenda prioritas dalam upaya adaptasi perubahan iklim. Dokumen ini juga memberikan gambaran prospek keberhasilan yang mungkin dicapai melalui beberapa tahapan skenario adaptasi yang ditawarkan. Melalui pendekatan tersebut, penyesuaian dapat dilakukan oleh para pemangku kepentingan dengan tetap mempertimbangkan faktor-faktor antropogenik dan perubahan lingkungan yang mungkin terjadi sebagai respons dari intervensi yang diterapkan melalui agenda adaptasi.

Harapan kami, segala bentuk inisiatif yang ditawarkan dalam dokumen ini juga dapat dikembangkan sesuai dengan dinamika yang terjadi di lapangan dan pengalaman yang dipelajari oleh para pemangku kepentingan.

Jakarta, akhir Juli 2022

Penyusun

1 Pendahuluan

Adaptasi terhadap perubahan iklim merupakan bentuk respons logis yang dilakukan umat manusia dalam membangun ketangguhannya menghadapi akibat dari perubahan iklim. IPCC (2022) mengindikasikan bahwa upaya adaptasi bersama dengan mitigasi, merupakan kombinasi antara sistem respons dalam mengantisipasi dampak negatif dan upaya mengatasi penyebab perubahan iklim. Adaptasi dilakukan untuk mengurangi kerentanan terhadap efek perubahan iklim. Karena tingkat kejenuhan karbon yang cukup tinggi dan waktu tinggal karbon di atmosfer memakan waktu ratusan tahun, maka bumi juga perlu waktu yang lama untuk kembali ke suhu normal. Oleh karena itu, pemanasan global tidak hanya akan memberi dampak pada generasi saat ini, namun juga generasi-generasi selanjutnya. Dengan dilakukannya adaptasi, diharapkan kemampuan manusia menghadapi perubahan iklim dapat meningkat seiring dengan usahanya dalam mengurangi penyebab pemanasan global, yaitu emisi gas rumah kaca (GRK).

Dari semua dampak yang diantisipasi sebagai akibat dari kenaikan emisi GRK, laju kenaikan permukaan air laut adalah salah satu dampak yang diprediksi akan semakin signifikan dalam tahun-tahun mendatang. Hal ini memberikan ancaman yang nyata bagi keberlangsungan hidup di kawasan pesisir. Sejauh ini, beberapa efek domino yang teramati dari peningkatan muka air laut diantaranya adalah terjadinya erosi pada wilayah pesisir, rusak dan hilangnya beberapa ekosistem pesisir, hilangnya sumber penghidupan masyarakat pesisir, dan fenomena banjir yang lebih signifikan utamanya di wilayah kota-kota pesisir (Diposaptono et al., 2009). Selanjutnya, dampak ini semakin diperparah oleh aktivitas antropogenik dengan dampak lingkungan yang semakin masif dan destruktif. Dalam menghadapi hal ini, strategi mitigasi dan adaptasi disiapkan dan dilaksanakan oleh negara-negara di dunia guna mereduksi potensi kerusakan perubahan iklim, baik yang telah terjadi saat ini maupun yang diprediksi akan terjadi di masa-masa mendatang.



Foto oleh Donny Iqbal/CIFOR-ICRAF

Terkait dengan respons tersebut, tindakan mitigasi secara signifikan umumnya difokuskan untuk mengurangi emisi GRK. Salah satunya adalah dengan cara memanfaatkan kemampuan vegetasi bumi untuk menyerap karbon. Karenanya, dalam konteks kawasan pesisir, rehabilitasi dan restorasi vegetasi laut dan pesisir menjadi salah satu pilihan prioritas. Di sisi lain, tindakan adaptasi cenderung lebih difokuskan pada upaya peningkatan kemampuan komunitas kawasan pesisir untuk lebih siap, lebih tahan, dan lebih proaktif dalam merespons perubahan yang terjadi sebagai dampak dari perubahan iklim. Perubahan-perubahan yang telah terjadi menunjukkan kepada kita bahwa sebesar dan seagresif apapun upaya yang telah ditempuh sejauh ini untuk mereduksi emisi GRK, perubahan siklus iklim global tetap akan terjadi dan semakin signifikan. Oleh karena itu, dibutuhkan strategi adaptasi efektif untuk meningkatkan resiliensi kawasan pesisir. Sehubungan dengan dampak-dampaknya yang bersifat global dan tidak mengenal batas-batas wilayah, hal ini memaksa setiap negara di dunia untuk mengambil bagian dalam upaya penanggulangan perubahan iklim, tidak terkecuali negara Indonesia.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas wilayah laut mencapai 3.257.357 km². Kondisi Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa, beriklim tropis dengan sumber daya alam yang melimpah, mempunyai peran penting terhadap potensi pengelolaan kawasan pesisir dalam upaya menangani perubahan iklim. Menurut UU No. 27 Tahun 2007 wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Indonesia sebagai negara tropis memiliki luasan hutan mangrove sebesar 3.364.076 ha (Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, 2021), 80% diantaranya dalam kondisi baik dan 20% diestimasi berada dalam kondisi kritis. Indonesia memiliki luas padang lamun sekitar 150.693,16 ha (Arifin, 2018), di mana perkiraan luas padang lamun di bagian Indonesia barat sekitar 4.409,48 ha, sedangkan di wilayah Indonesia timur sekitar 146.283,68 ha (Rosalina et al., 2022). Dengan besaran wilayah vegetasi laut dan pesisir yang dimiliki, Indonesia berpotensi besar dalam mengarusutamakan program penyerapan dan penyimpanan karbon. Ekosistem pesisir seperti mangrove, padang lamun, rawa payau, maupun alga merupakan ekosistem yang mampu menyerap dan menyimpan karbon biru (*blue carbon*) (Nellemann et al., 2009).

Sebagai bentuk partisipasi terhadap penanggulangan perubahan iklim secara global, Indonesia menunjukkan komitmennya dengan turut serta meratifikasi Protokol Kyoto melalui Undang-Undang nomor 17 tahun 2004 tentang pengesahan *Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. Selanjutnya, di tahun 2011, Pemerintah Republik Indonesia melalui Peraturan Presiden nomor 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca (RAN GRK) Indonesia membuat komitmen untuk berupaya dengan usaha sendiri menurunkan emisi GRK sebesar 26% di tahun 2020 hingga mencapai 29% pada tahun 2030. Dalam periode yang sama diharapkan bahwa sebesar 41% penurunan emisi dapat dicapai jika memperoleh dukungan eksternal (Indonesia, 2011). Lalu pada Bulan September 2022 pemerintah meluncurkan *Enhanced NDC Indonesia* dengan target penurunan emisi GRK meningkat dari 41% menjadi 43,20% dengan dukungan internasional dan target penurunan emisi dengan kemampuan sendiri juga meningkat dari 29% menjadi 31,89% (Indonesia, 2022).

Tidak lama berselang setelah diluncurkannya Perpres tersebut, di tahun 2015, Indonesia turut berpartisipasi dalam CoP (*Conference of Parties*) dan meratifikasi Kesepakatan Paris (*Paris Agreement*) melalui Undang-Undang No 16 Tahun 2016 yang dimaksudkan untuk menunjukkan komitmen dalam upaya menekan kenaikan suhu global, mendorong transparansi perhitungan karbon, mendukung adaptasi dan upaya pemulihan kerusakan lingkungan. Di tahun yang sama, Indonesia menyampaikan *First Nationally Determined Contributions (NDC)* kepada UNFCCC. Lima tahun berselang sejak NDC pertama disampaikan ke UNFCCC. Indonesia kembali menyampaikan *Updated NDC* pada tahun 2021 ke Lembaga yang sama (Ministry of Environment and Forestry, 2021).

Adapun strategi utama untuk mencapai target adaptasi dalam NDC 2030 yaitu:

1. mendukung ketahanan ekonomi setidaknya 1,72% Produk Domestik Bruto (PDB) melalui transformasi ekonomi rendah karbon, dan ketahanan pangan, air dan sistem energi

2. mewujudkan ketahanan sosial dan *mata pencaharian* sebesar 0,32% PDB melalui peningkatan kapasitas dalam berbagai sistem kehidupan
3. meningkatkan jasa ekosistem dan ketahanan lansekap hingga 0,83% PDB melalui pendekatan lanskap yang terintegrasi di dalam pengelolaan ekosistem darat, laut dan pesisir.

Sehingga dari tiga strategi utama ini dapat dilihat bahwa dalam kaitannya dengan adaptasi penting untuk menciptakan ketahanan iklim berupa ketahanan sosial-ekonomi, ketahanan ekosistem, dan ketahanan lanskap (Ministry of Environment and Forestry, 2021).

Penyampaian dokumen tersebut kepada UNFCCC menandai komitmen Indonesia untuk siap menjalani transisi ke arah Pembangunan Rendah Karbon (PRK) dan pengarusutamaan ekonomi hijau. Dokumen NDC sejatinya memaparkan tentang strategi yang akan diterapkan dan lingkungan pendukung yang diperlukan untuk dapat memenuhi target pengurangan emisi dengan besaran target yang ditingkatkan secara berkala dalam rentang waktu yang ditentukan. Hal ini demi mencapai tujuan global untuk mencegah peningkatan suhu rata-rata global sebesar 2°C dan untuk mengupayakan pembatasan peningkatan suhu menjadi 1,5°C di atas level suhu pada masa pra-industri (Ministry of Environment and Forestry, 2021).

Menyikapi komitmen Indonesia untuk bertransformasi ke arah pembangunan ramah iklim melalui konservasi dan rehabilitasi/restorasi kawasan karbon biru, tahun 2017 Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN/Bappenas) meluncurkan program Pembangunan Rendah Karbon (PRK). Program ini merupakan suatu paradigma baru dalam pembangunan Indonesia sebagai upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Program ini bertujuan untuk secara eksplisit memasukkan target pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) ke dalam perencanaan kebijakan, disertai dengan berbagai intervensi untuk melestarikan dan memulihkan sumber daya alam.

Kebijakan Pembangunan Rendah Karbon yang telah diinternalisasikan ke dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2019–2024, yang merupakan pelaksanaan dari Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2004-2024. Kebijakan ini diharapkan dapat mendukung pencapaian target Visi Indonesia Maju 2045. Karena itu RPJPN 2025-2044 perlu memiliki muatan kawasan pesisir dan karbon biru sehingga emisi GRK diperkirakan dapat berkurang hingga 43%, melampaui target yang ditetapkan sebesar 41%.

Lebih jauh pemerintah juga mencanangkan Ekonomi Hijau (Bappenas, 2019a), dimana PRK diprediksi dapat menghasilkan PDB rata-rata sekitar 6% per tahun hingga 2045. Istilah ekonomi hijau sendiri—yang merupakan bagian dari strategi adaptasi terhadap perubahan iklim—didefinisikan sebagai ekonomi yang rendah karbon, hemat sumber daya dan inklusif secara sosial.

2 Pemanfaatan Karbon Biru dalam Adaptasi Perubahan Iklim

Kawasan pesisir yang merupakan peralihan antara ekosistem darat dan laut merupakan Kawasan yang rentan terhadap berbagai jenis Perubahan, baik di daratan maupun di lautan. Selama periode 1970-2010 kenaikan progresif suhu laut sebesar $0,11^{\circ}\text{C}$ per dasawarsa mengakibatkan kenaikan permukaan laut rata-rata sebesar 2 mm/tahun (IPCC, 2022). Dalam *Special Report Global Warming of 1.5°C* (IPCC 2018), disebutkan bahwa berbagai ekosistem penting dan unik berisiko punah akibat perubahan iklim. Perubahan iklim akan menaikkan suhu atmosfer, perubahan pola hujan, peningkatan suhu muka air laut, kenaikan muka air laut, peningkatan keasaman air laut, perubahan pola arus laut serta peningkatan iklim ekstrim yang akan mempengaruhi keberadaan ekosistem, termasuk kawasan pesisir (IPCC, 2018).

Kenaikan muka air laut dapat mengakibatkan terjadinya banjir rob, kelangkaan air bersih, erosi pantai, bahkan tenggelamnya pulau-pulau kecil. Sementara itu, bagi kota-kota pesisir peningkatan muka air laut juga meningkatkan kerentanan infrastruktur jalan, gedung, jembatan, bangunan air, dan fasilitas publik lainnya. Semua dampak ini pada akhirnya akan memengaruhi kesehatan manusia, dan kegiatan ekonomi. Tak hanya itu sektor pariwisata, termasuk perlindungan warisan cagar budaya dan perlindungan keanekaragaman hayati di perkotaan juga berpotensi besar menerima dampak negatif perubahan iklim yang disebutkan sebelumnya (Hunt & Watkiss, 2011).

Kawasan pesisir memiliki karakteristik yang berbeda karena kebergantungan beberapa pelaku ekonomi terhadap sumberdaya alam di laut; nelayan, para pembudidaya ikan, pengolah dan pemasar produk perikanan serta para pelaku ekonomi lainnya yang berlokasi di pesisir. Mempertimbangkan potensi dampak perubahan iklim di berbagai wilayah di Indonesia, kelompok masyarakat yang dianggap



Foto oleh Rifky/CIFOR-ICRAF

paling rentan adalah masyarakat di pedesaan khususnya masyarakat pesisir dan pulau-pulau kecil (Sakuntaladewi & Sylviani, 2014) Perubahan iklim akan mengakibatkan penurunan pendapatan yang berdampak pada terjadinya tekanan yang berdampak pada gejala sosial di masyarakat. Kerentanan wilayah pesisir Indonesia juga disebabkan oleh faktor aktivitas manusia, yang terlihat konversi hutan secara besar-besaran tanpa mengindahkan keberlanjutannya, penggunaan bahan bakar fosil, dan konversi mangrove di wilayah pesisir serta perusakan terumbu karang yang masif dilakukan (Mustaqim, 2018; Purnobasuki, 2011).

Ekosistem karbon biru (mangrove, padang lamun, dan rawa payau) memiliki luas yang relatif kecil dibandingkan luas lautan dan ekosistem terestrial lainnya. Namun, ekosistem tersebut memiliki kemampuan menyimpan karbon yang besar, khususnya di dalam sedimen dan juga memiliki produksi primer neto (*net primary production*, NPP) yang tinggi dibandingkan ekosistem daratan (Larkum et al., 2006).. Secara global, diperkirakan mangrove memiliki cadangan karbon antara 4 - 20 miliar ton (Donato et al., 2011) dan lamun 0,4 – 0,8 miliar ton (Fourqurean et al., 2012). Bahkan cadangan karbon mangrove Indonesia yang meliputi kawasan terluas di dunia (lebih dari 3 juta ha) mencapai 3,14 miliar ton (Murdiyarso et al., 2015). Jika dijumlahkan dengan cadangan karbon ekosistem karbon biru lainnya, padang lamun, total cadangannya mencapai 3.41 miliar ton atau sekitar 17% dari karbon biru global (Alongi et al., 2016).

Sejak tahun 2017 Kementerian PPN/Bappenas telah secara serius dan konsisten menyikapi nilai penting karbon biru, antara lain dengan dibentuknya Kerangka Kerja dan Strategi Pengembangan Karbon Biru Indonesia (*Indonesia Blue Carbon Strategy Framework*). Tidak hanya itu, pada awal tahun 2019 Rancangan Teknokratik RPJMN 2020-2040 telah selesai disusun dimana konservasi karbon biru turut disertakan dalam Program Prioritas (PP): Pembangunan Rendah Karbon. Program ini kemudian difokuskan pada kegiatan inventarisasi dan rehabilitasi/restorasi kawasan mangrove dan padang lamun di berbagai wilayah di Indonesia (Bappenas, 2019c). Meski demikian, modalitas regulasi yang dibentuk pemerintah untuk mempermudah pencapaian target adaptasi kawasan pesisir tidak serta-merta menjadikan pengimplementasian strategi rehabilitasi dan restorasi kawasan pesisir menjadi lebih mudah. Beberapa tantangan dalam pemanfaatan di kawasan pesisir diantaranya adalah:

1. Laju degradasi ekosistem pesisir (mangrove dan lamun) lebih tinggi dari laju rehabilitasi/restorasi
2. Keterbatasan informasi dan akurasi data terkait status ekosistem *blue carbon*
3. Konflik tenurial atau kepemilikan lahan
4. Konflik kepentingan pemanfaatan wilayah untuk mata pencaharian
5. Metode kuantifikasi cadangan karbon yang belum seragam
6. Implementasi *co-benefit* dan hasil pemanfaatan karbon biru untuk mata pencaharian
7. Rendahnya kapasitas Lembaga lokal dalam mengawal dan menjamin kelestarian wilayah yang direhabilitasi/direstorasi.

Berdasarkan diskusi yang berkembang dalam *Webinar*, dilakukan analisis kekuatan, kelemahan, kesempatan, dan ancaman (*strength, weakness, opportunity, and threat, SWOT*) pemanfaatan karbon biru dalam adaptasi perubahan iklim. Analisis tersebut dituangkan dalam sebuah matriks antara faktor-faktor internal (S dan W) dan faktor-faktor eksternal (O dan T), sebagaimana yang disajikan dalam Tabel 1.

Dari matriks tersebut dapat disarikan empat buah strategi pengelolaan kawasan pesisir yang memperhatikan peluang dan ancamannya, serta kekuatan dan kelemahannya. Dengan kata lain pilihan strategi harus disesuaikan dengan kondisi aktual Kawasan pesisir yang dikelola. Satu strategi yang sesuai untuk suatu daerah belum tentu dapat diterapkan di daerah yang lain.

Tabel 1. Analisis SWOT Pemanfaatan *Blue Carbon* dalam Adaptasi Perubahan Iklim

		Faktor eksternal	
		Opportunity (O)	Threat (T)
Faktor internal	Strength (S)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luasan kawasan pesisir mempengaruhi serapan blue carbon 2. Potensi PDRB 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kawasan pesisir dapat menjadi sentra pariwisata 2. Ekosistem pesisir dapat mendorong masyarakat pesisir untuk peningkatan ekonomi
	Weakness (W)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luasan kawasan pesisir mempengaruhi serapan blue carbon 2. Potensi PDRB 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jumlah luas lahan kawasan pesisir semakin menurun dan mengarah ke kerusakan pantai 2. Belum ada kebijakan pemberlakuan konservasi pantai
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Luasan kawasan pesisir mempengaruhi serapan blue carbon 2. Potensi PDRB 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kawasan pesisir dapat menjadi sentra pariwisata 2. Ekosistem pesisir dapat mendorong masyarakat pesisir untuk peningkatan ekonomi
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Konservasi lahan ekosistem pesisir ke budidaya yang lain sehingga mengurangi luasan lahan 2. Belum ada pengelolaan yang baik secara terstruktur dari kelembagaan ataupun dari kebijakan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kawasan pesisir dapat menjadi sentra pariwisata 2. Ekosistem pesisir dapat mendorong masyarakat pesisir untuk peningkatan ekonomi

3 Pemanfaatan Karbon Biru dalam Implementasi NDC Indonesia

3.1 Rehabilitasi/restorasi ekosistem pesisir

Ekosistem mangrove dan padang lamun merupakan salah satu ekosistem yang sangat penting di wilayah pesisir karena memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis dan subtropis yang didominasi oleh beberapa jenis mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur. Hutan mangrove memiliki berbagai fungsi dan manfaat yang berperan penting dalam kehidupan manusia baik secara ekologi, sosial, maupun ekonomi. Mengingat pentingnya hutan mangrove bagi keberlangsungan hidup manusia serta mencegah meluasnya kerusakan hutan mangrove, sudah sewajarnya diperlukan suatu perencanaan pengelolaan yang mempertimbangkan keberlanjutan atas kelestariannya. Berdasarkan atas potensi yang ada, baik berupa produk dan jasa lingkungan, harus digali seluas-luasnya secara bijaksana dan terencana untuk memberikan manfaat pada manusia dan pembangunan (Chow, 2017; Ellison et al., 2020).

Mangrove adalah salah satu ekosistem paling produktif dan penting secara ekologis di Bumi. Mangrove bahkan dianggap sebagai salah satu yang paling efisien dari semua ekosistem darat dan pesisir dalam hal memperbaiki kadar karbon dioksida di atmosfer dan menyimpan karbon ini dalam biomassa dan sedimen (Hilmi et al., 2021). Hutan mangrove mampu menyerap karbon sekitar 24 juta ton karbon setiap tahun (Alongi, 2012). Di sisi lain, lamun (*seagrass*) merupakan tumbuhan tingkat tinggi dimana baik daun, rhizoma, buah, bunga maupun akarnya bersifat sejati, tumbuh pada substrat berlumpur, berpasir dan berbatu dan hidup terendam di air laut. Secara ekologis, padang lamun memiliki peranan penting



Foto oleh Aulia Erlangga/CIFOR-ICRAF

bagi kehidupan organisme khususnya bagi ikan, diantaranya sebagai daerah asuhan, tempat bertelur dan tempat mencari makan (*feeding ground*)(Fourqurean et al., 2012). Sedangkan secara ekonomis, ekosistem padang lamun memiliki multi fungsi yang berperan penting dalam dinamika perikanan hingga pemeliharaan ekosistem dan organisme khususnya bagi ikan. Padang lamun juga memiliki fungsi penting yang dapat dipertimbangkan sebagai tempat penyimpanan karbon. Kemampuan akumulasi jangka panjang yang relatif besar menjadikan peran padang lamun dalam menyimpan cadangan karbon (Herr & Landis, 2016).

Ekosistem padang lamun memiliki kemampuan menyerap dan memindahkan jumlah besar karbon dari atmosfer setiap harinya, lalu mengendapkannya dalam jaringan atau sedimen untuk waktu yang lama sehingga keberadaan lamun di bumi sangat diperlukan sebagai jasa dalam penyerapan sequestrasi karbon. Proses penyerapan karbon melalui proses biologis berupa fotosintesis. Proses fotosintesis penyerapan karbon di lautan, dimulai dari plankton yang mikroskopis atau tumbuhan yang hanya hidup di pantai, seperti tanaman bakau, padang lamun, ataupun tumbuhan yang hidup di rawa payau (Rahmawati, 2011).

Ekosistem pesisir seperti mangrove, padang lamun, dan kawasan rawa payau merupakan ekosistem penyerap dan penyimpan karbon alami dalam jumlah besar dan waktu lama. Karbon yang tersimpan di ekosistem pesisir ini dikenal sebagai Karbon Biru atau "*Blue Carbon*"(Macreadie et al., 2019). Penelitian Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) sejak lima tahun terakhir mengemukakan, padang lamun memiliki potensi menyerap dan menyimpan karbon sekitar 4,88 ton/ha/tahun dan diperkirakan dapat menyimpan 16,11 juta ton karbon/tahun . Sementara ekosistem mangrove, rata-rata penyerapan dan penyimpanan karbon bisa mencapai 38,80 ton/ha/tahun dengan potensi secara total dan sebanyak ekosistem mangrove adalah 122,22 juta ton/tahun (Ambari, 2020). Secara global mangrove bisa menyimpan 20 Pg C dan 7080 % tersimpan di dalam tanah sebagai bahan organik (Murdiyarto, et al., 2014). Penyerapan CO₂ oleh mangrove sangat berhubungan erat dengan biomassa dari mangrove baik itu biomasa di atas tanah (*above ground biomass*) seperti batang, cabang, ranting, daun, bunga dan buah atau biomasa dibawah tanah (*below ground biomass*) seperti akar dan tanah. Bagian terbesar dari hutan mangrove yang dapat menyimpan karbon adalah tanah.

Indonesia memiliki target mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim dengan target untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% dengan upaya sendiri dan 41% dengan bantuan internasional. Indonesia memiliki luasan mangrove seluas kurang lebih 3,3 juta Ha. Selain luas, mangrove di Indonesia berpotensi sebagai solusi untuk perubahan iklim berbasis alam (*nature-based climate solution*, NBCS). Sebagai komponen khusus NDC, hutan mangrove berpotensi menjadi aset penting dalam penurunan emisi GRK (Atteridge, Verkuil, & Dzebo, 2019). Hal ini menjadi sangat relevan bagi Indonesia mengingat Indonesia merupakan salah satu negara dengan luasan hutan mangrove terbesar di dunia. Selain memberikan peluang untuk mengisi gap dalam program penurunan emisi, upaya ini menunjukkan dukungan aktif Indonesia pada sektor kelautan sebagai salah satu fokus utama mitigasi dan adaptasi perubahan iklim Sidik et. al. (2017).

3.2 Strategi mitigasi

Pertimbangan untuk melaksanakan ketentuan Pasal 19 ayat (1) Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional, pada 17 Januari 2020, Presiden Joko Widodo (Jokowi) telah menandatangani Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJM Nasional) Tahun 2020-2024 . Salah satu kebijakan RPJM adalah mengisyaratkan pergeseran menuju pembangunan rendah karbon (PRK), pergeseran paradigma menuju ekonomi hijau baru di Indonesia, diharapkan kebijakan pembangunan rendah karbon dapat mewujudkan negara yang maju dan mandiri, adil dan demokratis, serta damai dan bersatu. Kebijakan LCDI akan dilaksanakan untuk mencapai Visi Indonesia 2045 (Bappenas, 2019a).

Beberapa langkah yang telah dan akan dilakukan, antara lain: memperketat ijin pelaksanaan industri ekstraktif dan eksploitatif di kawasan pesisir; mengintegrasikan kebijakan pengelolaan mangrove dalam Rencana Tata Ruang dan Wilayah; Integrasi pengelolaan kawasan pesisir ke dalam kebijakan adaptasi perubahan iklim dan NDC; mendorong Investasi Hijau di kawasan pesisir; Implementasi nilai sosial ekonomi dari *blue carbon* ; menyusun rencana teknis dokumen “Indonesia: *Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050*”. Penegakan hukum dalam perlindungan dan konservasi ekosistem pesisir; meningkatkan kualitas penelitian dan pengembangan basis data menyangkut ekosistem pesisir. Melakukan mitigasi saat ini dapat mengurangi dampak perubahan iklim yang akan datang.

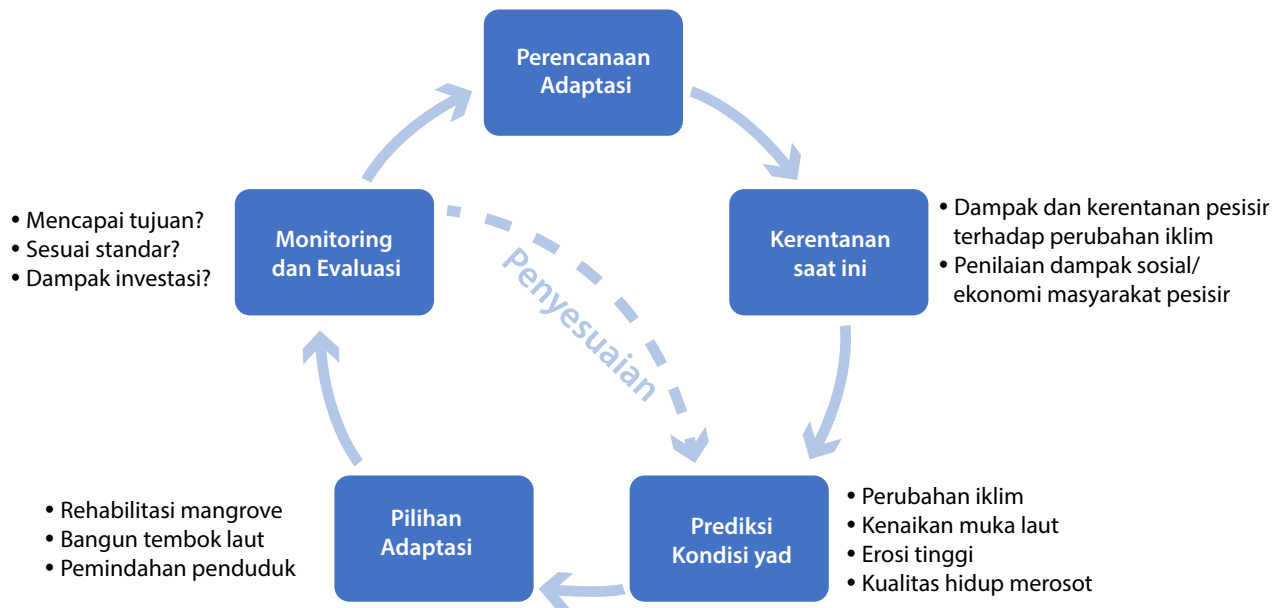
3.3 Strategi adaptasi

Dampak perubahan iklim yang sudah terjadi dan dirasakan oleh makhluk hidup tidak dapat terhindari lagi. Kerugian yang ditimbulkan oleh dampak perubahan iklim dapat mencapai triliunan rupiah dan bukan hanya dampak dari ekonomi saja tetapi juga aspek lainnya dalam kehidupan manusia dan ekosistem termasuk ekosistem pesisir. Demi mencegah terjadinya dampak yang luar biasa akibat perubahan iklim, maka diperlukan strategi preventif dan represif dalam pengendalian perubahan iklim. Strategi pengendalian dampak secara preventif dan represif adalah dengan melakukan adaptasi dan mitigasi. Adaptasi adalah respons terhadap stressor, berbeda dengan mitigasi yang melibatkan *pre-empting* tantangan dan mengambil langkah untuk menghindari ancaman seperti mengurangi emisi atau mengurangi dampak banjir dengan membangun tanggul. Banyak dan beragam deskripsi tentang pemaknaan adaptasi dan mitigasi sendiri. Adaptasi menurut pemahaman ini lebih mengarah pada kegiatan represif, sedangkan mitigasi bisa dilakukan karena alasan preventif ataupun represif (Wibowo & Satria, 2015).

Adaptasi merupakan upaya menyesuaikan diri pada suatu dampak. Pada konteks perubahan iklim adaptasi menjadi penting karena lebih bersifat lokal dan kontekstual dan dilakukan dengan reaktif maupun antisipatif (Diposaptono S et al., 2009). Artinya proses penyesuaian iklim itu tidak sama di berbagai tempat. Hal ini berkaitan dengan pengetahuan, pengalaman, potensi dan biaya yang diperlukan. Adaptasi bersifat holistik dimana menjangkau semua faktor yang terkait baik itu sosial, ekonomi, ekologis maupun peran pemerintah. Adaptasi bukan saja bermanfaat untuk manusia secara sosial dan ekonomi, tetapi juga mendukung kesiapan ekologi dalam proses penyesuaian akan perubahan yang terjadi.

Berbeda dengan adaptasi masyarakat pedesaan yang umumnya dilakukan secara sosial kultural, di wilayah perkotaan adaptasi yang dilakukan oleh masyarakat dibantu dengan dukungan pemerintah dan sektor swasta. Pembangunan ekonomi dan infrastruktur di perkotaan merupakan bagian penting dalam menolong masyarakat dan lingkungan ekologi untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Akan tetapi kemiskinan perkotaan yang umumnya berada di daerah pesisir kurang mendapat perhatian sehingga menjadi titik kerentanan yang mempengaruhi adaptasi pada sistem sosial dan ekologi pesisir perkotaan.

Kebutuhan akan perencanaan dan pelaksanaan strategi dalam mengurangi dampak perubahan iklim semakin mendesak. Hal ini diakibatkan karena perubahan iklim sulit dikendalikan dan dampaknya yang besar baik saat ini maupun di masa depan. Memahami kerentanan akibat perubahan iklim dapat menjadi dasar dalam membangun strategi adaptasi. Tujuan adaptasi perubahan iklim adalah untuk mempertahankan ekonomi masyarakat yang kuat, untuk menjamin keamanan pangan, serta untuk melindungi mata pencaharian dan kesejahteraan rakyat dengan membangun ketahanan bagi masyarakat yang terkena dampak serta ketahanan sektor seperti ketahanan ekosistem, ekonomi dan sistem kehidupan (KLHK, 2015).



Gambar 1. Siklus adaptasi yang perlu diterapkan di kawasan pesisir dimana penyesuaian dapat dilakukan jika diperlukan (dimodifikasi dari: Jones, 2009)

Siklus tindakan adaptasi untuk kawasan pesisir dapat yang diilustrasikan dalam Gambar 1, menunjukkan bahwa tindakan adaptasi perlu dimonitor dan dievaluasi terus menerus. Tindakan ini bukanlah tindakan sekali jadi dan langsung mencapai sasarannya karena kondisi kerentanan sasaran dan kekuatan dampak yang sangat dinamis. Karena itu tindakan adaptasi selalu memerlukan penyesuaian (*adjustment*) saat tindakan sedang dijalankan.

Berdasarkan Smit dan Wandel (2006), terdapat dua jenis kegiatan adaptasi yaitu adaptasi mandiri (*autonomous-responsif/reaktif*) dan adaptasi yang direncanakan (*planned-antisipatif*) (Tabel 2). Adaptasi mandiri dapat dilakukan oleh masyarakat maupun pemerintah sebagai respons terhadap kondisi yang dialami. Sementara itu untuk adaptasi yang terencana, kegiatan adaptasi tipe ini memerlukan kajian dan studi saintifik terkait skenario perubahan iklim untuk menentukan pilihan adaptasi. Untuk wilayah pesisir/laut, dalam beradaptasi terhadap perubahan iklim melibatkan gabungan intervensi reaktif dan proaktif dalam berbagai sektor pilihan adaptasi (The World Bank, 2011).

Penurunan emisi dan adaptasi terhadap dampak perubahan iklim adalah melalui pertimbangan fungsi ekosistem laut. Pengelolaan mangrove secara terpadu meliputi:

1. Meningkatkan upaya perlindungan dan perluasan wilayah konservasi mangrove
2. Rehabilitasi dan restorasi mangrove yang terdegradasi
3. Memasukkan upaya perlindungan (*Avoiding Emission*) ke dalam NDC
4. Sistem intensif pembayaran jasa lingkungan untuk konservasi mangrove seperti *Reducing Emissions from Deforestations and Forest Degradations REDD+*, *Payment for Environmental Services PES*, dan lain-lain).

Peranan *Blue Carbon* dalam upaya adaptasi perlu mengutamakan praktik konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan di berbagai daerah. Kemudian, sebagai negara yang memiliki pantai terpanjang kedua di dunia, peranan ekosistem pesisir dan laut dalam *First NDC* Indonesia harus terintegrasi dalam mitigasi dari sektor kelautan dan hal ini belum dinyatakan secara kuantitatif karena masih banyak hal teknis yang harus digarap dan masih harus melalui perhitungan komprehensif serta memperoleh angka kuantitatif yang nantinya akan dimasukkan secara bertahap pada NDC mendatang (Rosyada et al., 2021).

Tabel 2. Pilihan adaptasi perubahan iklim di Kawasan terhadap Pesisir/Laut (Sumber: Smit dan Wandel (2006))

Reaktif/Responsif	Proaktif/Antisipatif
1. Perlindungan infrastruktur ekonomi	1. Manajemen zona pesisir yang terintegrasi
2. Penyadaran publik untuk meningkatkan perlindungan ekosistem pesisir dan laut	2. Perencanaan dan penentuan zona pesisir yang lebih baik
3. Pembuatan dinding laut dan penguatan pantai	3. Pengembangan peraturan untuk perlindungan pesisir
4. Perlindungan dan konservasi terumbu karang, mangrove, rumput laut, dan vegetasi pinggir pantai	4. Penelitian dan pengawasan pesisir dan ekosistem pesisir

Blue Carbon sangat berpotensi dalam mendukung program nasional penurunan emisi karbon, ketahanan pangan dan pengentasan kemiskinan, namun kompleksitas pengelolaan dan kapasitas pelaksanaannya masih memerlukan peningkatan di masa-masa mendatang. Dalam pengelolaan berkelanjutan masih diperlukan koordinasi antar kementerian dan pemangku kepentingan lainnya. Roadmap penelitian ekosistem pesisir dan laut dalam kerangka pengendalian perubahan iklim sudah dikembangkan, namun belum sampai pada implementasi dari hasil-hasil penelitian tersebut.

Beberapa kegiatan pokok di antaranya juga relevan dengan strategi adaptasi antara lain (1) pemberdayaan masyarakat pesisir; (2) peningkatan partisipasi masyarakat dalam pengawasan; (3) diseminasi dan asimilasi hasil riset dan pengembangan iptek kelautan dan perikanan; (4) pengembangan kawasan budidaya laut, air payau, dan air tawar; (5) pengembangan & sumberdaya kelautan dan perikanan; (6) pemberdayaan masyarakat pulau-pulau kecil dan memfasilitasi pengelolaan wilayah pesisir terpadu; (7) peningkatan kapasitas sumberdaya riset kelautan dan perikanan (Bappenas, 2010).

Sebagai regulator, keterlibatan para pemangku kepentingan serta kementerian lembaga terkait perlu dimulai dari proses perencanaan dan intervensi kebijakan berupa integrasi pembangunan wilayah pesisir dan pemeliharaan ekosistem pesisir. Untuk mengembangkan potensi *blue carbon* perlu adanya inisiasi pada ranah kebijakan, sains dan teknologi, *Sustainable Financing dan Outreach* yang bertujuan untuk mengarusutamakan berbagai inisiatif dan rencana terkait *blue carbon* dalam skema perencanaan pembangunan Indonesia khususnya di bidang ekosistem pesisir dan lautan yang sejalan dengan arah pembangunan rendah karbon dalam RPJMN 2020-2024 dari pemerintah dan pemangku kepentingan.

4 Peran Pemangku Kepentingan

Aksi adaptasi melibatkan seluruh pemangku kepentingan (*no one left behind*) mulai dari tingkatan kementerian/lembaga (*party stakeholders*), pemerintah daerah, inisiatif swasta, kelompok masyarakat, dan kegiatan mitra internasional yang berlokasi di Indonesia. Kontribusi para pihak ini, selanjutnya perlu ditelaah secara komprehensif dalam skema kerangka aksi.

4.1 Kementerian/Lembaga

KLHK sebagai “*National Focal Point* untuk UNFCCC” dukungan dan kerja sama lintas sektor antar berbagai pemangku kepentingan sangat diperlukan dalam proses implementasi NDC karena target adaptasi tidak lagi spesifik sektor namun lebih mengarah pada pemenuhan kebutuhan dasar untuk keberlanjutan hidup warga di Indonesia. Selain itu, kemitraan antara pemerintah dengan Non-Party Stakeholders (NPS) seperti pemerintah daerah (Provinsi/Kabupaten/Kota), swasta, lembaga swadaya masyarakat, perguruan tinggi/akademisi, dan komunitas masyarakat perlu terjalin karena implementasi NDC perlu dukungan dari berbagai pihak. Selain itu NPS juga disebutkan di dalam Rencana Operasional FOLU Net Sink 2030 yang artinya seluruh stakeholder terlibat dalam penanggulangan perubahan iklim (KLHK, 2022).

Merujuk pada dokumen RAN-API 2014, pemerintah telah memberikan mandat terhadap 17 Kementerian/Lembaga (K/L) untuk berkontribusi dalam meningkatkan resiliensi dan menurunkan kerentanan terhadap risiko dampak perubahan iklim. K/L tersebut diharapkan mampu berperan aktif dalam pengarusutamaan perubahan iklim dalam berbagai program dan kebijakan. Selain itu, tidak menutup kemungkinan terdapat K/L lain yang sebenarnya telah turut serta berkontribusi dalam upaya mendukung aksi perubahan iklim di Indonesia, namun tidak secara khusus diberi mandat untuk menurunkan emisi GRK serta meningkatkan resiliensi dan menurunkan kerentanan.



Foto oleh Donny Iqbal/CIFOR-ICRAF

Lembaga pemerintah harus mampu berkolaborasi dalam menangani perubahan iklim. Kerjasama lembaga pemerintah (KLHK, KKP, BRIN) dapat merumuskan dan menyusun kebijakan terkait strategi pengembangan *blue carbon* di Indonesia. Ekosistem *blue carbon* merupakan ekosistem pesisir diantaranya mangrove, padang lamun, dan rawa payau. Ekosistem ini mampu menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar dan waktu yang lama.

4.2 Non-party stakeholders

Pengakuan Paris Agreement terhadap *non-party stakeholders* (NPS) tertuang dalam Preamble Paris Agreement Dec.1/CP.21 Bagian V khusus untuk peran dan upaya *Non-Party Stakeholders* (NPS) yang meliputi *Civil Society Organization* (CSO), sektor swasta, akademisi, penelitian dan pengembangan, pemerintah daerah, dan lembaga keuangan adalah unsur-unsur yang diidentifikasi sebagai NPS.

Dalam hal kerjasama dengan Pemerintah Indonesia, lembaga non pemerintah internasional harus melalui perizinan Kementerian Luar Negeri yang kemudian akan ditentukan mitra sesuai dengan bidang atau fokus lembaga tersebut. Koordinasi antar pemangku kepentingan

Pemanfaatan *blue carbon* terhadap adaptasi perubahan iklim di kawasan pesisir membutuhkan kerja sama lintas bidang. Sebab selain karena emisi gas rumah kaca yang dihasilkan berasal dari berbagai sektor,, juga karena dampak yang ditimbulkan berakibat kepada bidang-bidang sumber ekonomi pembangunan. Isu *blue carbon* melibatkan multi sektoral sehingga membutuhkan sinergi antar lintas lembaga dalam membangun komitmen nasional. Pembentukan kelompok kerja (*working group*) atau jejaring kerja (*networking*) antar komunitas sains dan pemangku kebijakan lingkup nasional akan menjadi wadah *sharing lesson learned* sekaligus memperkuat kerangka kerja *blue carbon* di Indonesia. Keberhasilan sinergi *blue carbon* Indonesia dengan *blue carbon internasional* dapat tercapai dengan peran aktif Indonesia dalam forum internasional.

4.3 Pendanaan

Dunia tengah gencar dalam mendorong pembangunan rendah karbon guna meminimalisasi dampak dari perubahan iklim, termasuk Indonesia. Untuk mendukung hal tersebut, Indonesia idealnya membutuhkan investasi pembangunan rendah karbon senilai Rp 306 triliun setiap tahunnya. Jumlah nilai investasi ideal tersebut berdasarkan hasil analisis Kementerian PPN)/Bappenas (LCDI, 2020). Berdasarkan analisis tersebut, kebutuhan investasi pembangunan rendah karbon idealnya berasal dari pemerintah atau APBN, dan non-pemerintah seperti swasta, BUMN, filantropi, dan lain-lain. Kebutuhan investasi untuk pembangunan rendah karbon dibagi menjadi dua berdasarkan sumbernya, yaitu investasi atau pendanaan oleh pemerintah senilai Rp72,22 triliun (24 persen) dan pendanaan oleh non-pemerintah senilai Rp232,56 triliun atau setara dengan 76 persen (LCDI, 2020).

5 Rekomendasi

Dunia yang berubah dengan cepat menghadapkan kita pada sejumlah tantangan seperti dampak iklim yang ekstrim dan peningkatan suhu bumi, yang akan mempengaruhi produktivitas pangan secara signifikan dan meningkatkan risiko bencana alam terkait perubahan iklim. Kondisi ini menekankan pentingnya pembangunan rendah karbon dan ekonomi hijau demi mewujudkan kesejahteraan masa depan yang berkelanjutan. Sebagai negara kepulauan terbesar, dengan garis pantai tropis produktif yang terpanjang di dunia, Indonesia amat berkepentingan dengan keberlanjutan pembangunan dan pemanfaatan sumber daya di kawasan pesisir. Setelah melakukan sintesis dan merangkum informasi dari berbagai referensi khususnya terkait dengan upaya pemanfaatan karbon biru dalam upaya adaptasi terhadap dampak perubahan iklim, diantaranya dengan memperhatikan program besar pemerintah Indonesia melakukan rehabilitasi 600.000 ha mangrove, serta upaya pemenuhan komitmen NDC Indonesia, berikut ini adalah sejumlah rekomendasi berdasarkan beberapa skenario yang perlu dipertimbangkan:

5.1 Skenario dasar

Menjelaskan bahwa asumsi dasar, tidak ada kebijakan baru tetapi memperhitungkan degradasi. Skenario ini mencerminkan berlanjutnya tren historis untuk perekonomian, masyarakat, iklim, dan lingkungan. Sampai dengan tahun 2060 strategi untuk mencapai Pembangunan Rendah Karbon, sehingga diharapkan pada tahun 2030 Indonesia sudah surplus atau net zero emisi dari sektor hutan dan lahan, selanjutnya memperbaiki sektor energi, pertanian, dan industri.

Dalam skenario ini berbagai dampak Perubahan iklim yang akan timbul dan mempengaruhi Kawasan pesisir akan memerlukan penanganan seperti biasa tanpa intervensi kebijakan, strategi maupun program untuk mengendalikan dampak tersebut. Tanpa intervensi tersebut dampak yang ditimbulkan



Foto oleh Aulia Erlangga/CIFOR-ICRAF

tidak hanya linear dari segi finansial dan tidak tertutup kemungkinan akan eksponensial. Demikian juga dari jasa Lingkungan yang dapat diberikan oleh kawasan pesisir akan merosot tajam dan terjadi dalam waktu yang makin singkat.

5.2 Skenario PRK-Menengah

Skenario ini meliputi kebijakan rendah karbon baru untuk tahun 2020-2045; mencapai target NDC tanpa syarat. Skenario ini konsisten dengan upaya Indonesia untuk mencapai target iklim yang dicanangkan dalam NDC tanpa syarat yakni penurunan emisi sebesar 29% (per tahun 2022 sudah diperbaharui menjadi 31,89%) pada tahun 2030 dibandingkan dengan baseline. Dalam skenario ini, investasi tambahan yang diperlukan diperkirakan sebesar US\$ 14,8 miliar per tahun pada tahun 2020–2024 (sekitar 1,15% dari PDB), dan US\$ 40,9 miliar per tahun pada tahun 2025-2045 (1,39% dari PDB) (Bappenas, 2019b).

Pencapaian NDC Indonesia tanpa syarat membutuhkan upaya cepat, pelaksanaan penuh dari sejumlah kebijakan yang dijabarkan dalam Laporan ini tentang sistem lahan dan energi; tanpa adanya ruang untuk mengakomodasi penerapan salah satu dari serangkaian kebijakan saja, atau hanya bertujuan untuk mencapai target parsial dan jangka pendek. Karena semua tindakan mitigasi memiliki orientasi pasar domestik dalam negeri, para pemangku kepentingan tidak mendapat kesempatan berinteraksi dengan pelaku pasar global. Karena itu kapasitas adaptasi diperkirakan juga belum dapat berkembang.

5.3 Skenario PRK-Tinggi

Skenario ini lebih ambisius daripada PRK-Menengah untuk tahun 2020–2045 agar mencapai target NDC bersyarat (Bappenas, 2019b). Skenario ini mengarah pada penurunan emisi sebesar 43% di tahun 2030 dibandingkan dengan baseline yang telah ditetapkan, konsisten dengan upaya Indonesia dalam mencapai target NDC bersyarat yakni penurunan emisi sebesar 41% pada tahun 2030. Total emisi GRK turun dari 2,14 GtCO_{2e} pada tahun 2017 menjadi 1,49 GtCO_{2e} pada tahun 2030 (Bappenas, 2019a). Pemenuhan target ini tergantung pada dukungan finansial dan dukungan lainnya secara memadai dan tepat waktu dari komunitas internasional. Pencapaian skenario ini akan membutuhkan investasi tambahan dibandingkan dengan Skenario Menengah.

Total Investasi PRK-Tinggi rata-rata per tahun adalah: US\$ 22,0 miliar (1,7% dari PDB) untuk tahun 2020-2024; dan US\$ 70,3 miliar (2,34% dari PDB) untuk tahun 2025-2045 (Bappenas, 2019b). Pencapaian NDC bersyarat membutuhkan upaya untuk mewujudkan semua aksi dalam PRK-Menengah, ditambah peningkatan bertahap terkait upaya restorasi, perlindungan hutan, pengurangan intensitas energi dan peningkatan penerapan energi terbarukan hingga tahun 2045 (Bappenas, 2019a) Dalam skenario ini para pemangku kepentingan mulai belajar dan meningkatkan kapasitas adaptasinya, karena adaptasi dilakukan dengan memanfaatkan semua peluang mitigasi yang dimiliki. Dengan demikian tindakan mitigasinya pun bersifat adaptif.

5.4 Skenario PRK-Plus

Skenario ini meliputi PRK-TINGGI untuk 2020–24 dan penerapan kebijakan tambahan yang lebih ambisius setelahnya. Skenario ini menggabungkan upaya ekstra dalam penyusunan kebijakan rendah karbon yang dimulai sekitar tahun 2025, agar emisi terus turun hingga tahun 2045 dan seterusnya. Skenario keempat ini membutuhkan serangkaian aksi yang saat ini belum dipertimbangkan dalam RPJMN, seperti i) pengenalan mekanisme untuk menetapkan harga karbon; ii) target reforestasi yang lebih tinggi, dan iii) kebijakan untuk meningkatkan efisiensi energi dan pengurangan limbah yang lebih tinggi, terutama dari aksi di tingkat kota. Hal tersebut akan menjadi bagian dari kebijakan generasi baru yang akan dilaksanakan pada periode setelah RPJMN 2020–2024, yang membutuhkan perubahan transformasional dalam pemerintahan, sektor swasta, dan masyarakat sipil secara umum.

Melalui skenario ini, akan menghasilkan tingkat pertumbuhan ekonomi rata-rata yang berkelanjutan sebesar 5,6% hingga tahun 2024, dan 6,0% hingga tahun 2045. Tahun 2045 diprediksi dapat meningkatkan PDB sebesar US\$ 5,4 triliun, menurunkan tingkat kemiskinan menjadi 4,2% (perbandingan 9,22% pada 2019), menyediakan lapangan kerja 15,3 juta orang, mencegah 16 juta ha hilangnya hutan (baseline 2014, dan sebagai pembanding berkurangnya lebih dari 1 juta ha 2009-2012), plus kualitas udara lebih bersih, peningkatan taraf hidup, dan teratasinya kesenjangan antar wilayah dan gender (Bappenas, 2019b).

Berbagai aksi adaptasi terhadap perubahan iklim sebenarnya sudah banyak dilakukan, dan kebijakannya juga sudah ada. Namun, berdasarkan pada analisis risiko iklim, masih banyak tahapan yang perlu diperbaiki, termasuk mulai dari analisis dampak perubahan iklim, serta upaya untuk memperkuat kajian/penilaian kerentanan wilayah pesisir terhadap perubahan iklim. Dengan memperbaiki tahap-tahapan tersebut, diharapkan kemampuan masyarakat dan negara untuk beradaptasi bisa terbangun dengan lebih baik. Terkait hal tersebut, terdapat beberapa opsi adaptasi yang bisa dipilih, sebagaimana yang disajikan disajikan dalam Tabel 3. Peningkatan pendapatan domestik nasional yang merupakan cerminan pendapatan masyarakat di berbagai tataran, memberikan modal besar dalam meningkatkan kapasitas adaptasi. Kapasitas ini meliputi pemahaman masalah, jenis langkah/tindakan yang diambil, serta penentuan prioritas.

Tabel 3. Contoh rekomendasi adaptasi perubahan iklim

No.	Indikator	Rekomendasi Pilihan Adaptasi
1	Suhu Udara, Suhu Permukaan Air Laut	<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan areal konservasi mangrove • Penggunaan bibit resisten cekaman iklim (<i>Avicennia</i> sp., <i>Aegiceras</i> spp., <i>Aegiatilitis</i> spp., <i>Sonneratia</i> spp., <i>Osbornia</i> spp., <i>Lumnitzera</i> spp., <i>Laguncularia</i> spp., <i>Rhizophora stylosa</i>, <i>Ceriops</i>, dan <i>Excocaria</i>) • Meningkatkan ketersediaan dan kemudahan akses data dan informasi cuaca khususnya yang berkaitan dengan pesisir dan laut terkait dengan perencanaan monitoring mangrove • Peningkatan keterampilan masyarakat pesisir dalam pembudidayaan dengan tujuan konservasi, restorasi dan rehabilitasi • Riset dan pengembangan ekosistem mangrove secara spesifik merespons risiko iklim.
2	Daya dukung lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan dan pengaturan tata ruang pesisir dengan risiko dampak perubahan iklim • Perlu pengelolaan wilayah yang saling menguntungkan (<i>co-manajemen</i>) • Penguatan kebijakan dan penegakan hukum terhadap aktivitas ilegal seperti penambangan ilegal dan pelanggaran RTRW • Pembatasan bebas lahan terhadap pembangunan • Menyiapkan langkah mitigasi dalam upaya pengendalian abrasi/akresi
3	Kependudukan	<ul style="list-style-type: none"> • Pembatasan dan pengaturan pembangunan di kawasan pesisir • Menjaga keseimbangan sumber mata penghidupan masyarakat terhadap rasio jumlah masyarakat • Menyiapkan skenario distribusi sumber pangan kepada kelompok rentan
4	Tingkat pendidikan	<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan informal <i>education</i> bagi penguatan dan percepatan risiko • Menyiapkan skema pendidikan dan sekolah terjangkau bagi masyarakat pesisir.
5	Tingkat kesejahteraan	<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan kapasitas masyarakat pesisir dalam pengelolaan sumberdaya yang berasal dari tanaman mangrove • Membangun kerja sama dengan pihak swasta dalam jalur distribusi dan penjualan berbasis produk kawasan pesisir • Pendampingan pengelolaan ekowisata berbasis ketahanan ekosistem

Sumber: Dokumen Perubahan Iklim (KLHK, 2021) dan dipresentasikan oleh Dra. Sri Tantri Arundhati pada acara Webinar Coastal Zone Rehabilitation for Low Carbon Development-31 Maret 2022

Pendekatan adaptasi telah berkembang menjadi lebih berorientasi pada pembangunan berketahanan (resiliensi) dengan intervensi untuk mengatasi penyebab kerentanan akibat dampak perubahan iklim, mengelola risiko iklim, dan membangun kapasitas adaptasi. KLHK (2020) dalam *roadmap* dokumen NDC secara ambisius menargetkan adaptasi perubahan iklim yakni, membangun resiliensi dan meningkatkan kapasitas adaptif untuk mengurangi risiko kerugian akibat perubahan iklim sekitar 2,87% (nilai median) PDB Nasional melalui resiliensi ekonomi, sosial dan sumber penghidupan, serta ekosistem dan lanskap dalam pemenuhan kebutuhan dasar masyarakat: pangan, air, energi, dengan pendekatan lanskap (kehatan lingkungan, ekosistem, dan kebencanaan).

Sejalan dengan analisis SWOT yang disajikan dalam Tabel 1 sebelumnya, dalam penyusunan *roadmap* NDC juga dijumpai berbagai peluang dan tantangan yang disajikan dalam Tabel 4. Di dalam tabel ini, perencanaan tindakan adaptasi tidak menggunakan skenario perubahan iklim yang dapat diadopsi untuk Indonesia karena itu dampak yang diperkirakan terjadi juga bersifat kualitatif ketimbang kuantitatif, sehingga target penurunan dampak dan peningkatan ketahanan tidak dapat dirumuskan secara kuantitatif.

Tabel 4. Identifikasi tantangan dan peluang penyusunan *roadmap* NDC (KLHK, 2020)

	Tantangan	Peluang	Catatan
Proyeksi Iklim	Baseline analisis kondisi iklim (2010)	Penyusunan <i>baseline</i> berdasarkan luaran model iklim 1991-2020	Pertimbangan ketersediaan proyeksi iklim yang ada sebelumnya
	Skenario iklim masa depan sesuai target NDC (2030)	Perlu skenario iklim 2021-2050	Perlu lebih dari satu model iklim dengan pertimbangan ketidakpastian masa depan
Analisis Dampak	Amanat UU 32/2009, Pasal 21, Kerusakan Ekosistem dan Perubahan Iklim yang menjadi kriteria baru kerusakan lingkungan hidup	Perlu pemisahan analisis dampak perubahan iklim dari dampak selain iklim	Perlu model dampak yang dapat memisahkan dampak iklim dari faktor non-iklim
	Amanat UU 16/2016, Pengendalian perubahan iklim merupakan amanat konstitusi bahwa setiap orang berhak hidup sejahtera, lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat serta berhak memperoleh pelayanan kesehatan.	Perlu komitmen untuk melindungi kebutuhan hidup dasar warga negara dari potensi risiko dampak perubahan iklim	Penilaian dampak perubahan iklim perlu dilakukan pada bidang kebutuhan dasar hidup warga negara (pangan, air, energi, dan kesehatan)
Strategi	Pengelolaan perubahan iklim harus menjadi tanggung jawab semua pihak	Perlu kejelasan arahan strategi berbagai tingkatan	Strategi disusun untuk dapat dilaksanakan hingga ke tingkat tapak
	Pengarusutamaan adaptasi perubahan iklim harus dilakukan sampai pada level tapak pada berbagai bidang kehidupan	Pengembangan kebijakan satu data perubahan iklim	Perlu memperhatikan strategi, rencana, dan kebutuhan adaptasi wilayah
Pendanaan	Kemampuan pengelolaan pendanaan adaptasi perubahan iklim di tingkat lokal rendah	Perlu arahan dan estimasi untuk penganggaran kebutuhan dana adaptasi	Kebutuhan dana adaptasi perlu dikelompokkan menjadi dana tata Kelola dan dana untuk implementasi aksi adaptasi

6 Penutup

Perencanaan tindakan adaptasi masih merupakan hal yang relatif baru di Indonesia. Begitu juga dalam upaya memasukkan sektor kawasan pesisir, masih merupakan tantangan yang besar. Namun demikian dalam upaya adaptasi yang berbasis mitigasi, proses tersebut dapat dipermudah dan dipercepat dan memiliki keuntungan ganda karena dengan penggabungan (*bundling*) keduanya, tindakan adaptasi pada masa kini dapat mengurangi dampak perubahan iklim yang lebih buruk di waktu yang akan datang.

Pendekatan “*trial-and-error*” perlu diantisipasi untuk meningkatkan kapasitas para pemangku kepentingan. Penyesuaian perlu dilakukan agar antisipasi terhadap dampak perubahan iklim dan perubahan kapasitas kelembagaan dan kapasitas adaptasinya dapat diakomodasikan dalam rancangan tindakan yang direvisi.

Kawasan pesisir merupakan ekosistem yang strategis untuk memulai semua ini mengingat urgensi masalah dan potensi keuntungannya. Masalah yang urgen ini terkait dengan kepadatan dan jumlah penduduk yang terkena dampak pada ekosistem yang sangat rentan ini. Adaptasi yang berbasis mitigasi di Kawasan pesisir memiliki dampak finansial yang luas dan besar mengingat kegiatan ekonomi di kawasan ini dan kekayaan karbon yang dikandung di dalamnya.



Foto oleh Rifky/CIFOR-ICRAF

Daftar Pustaka

- Alongi, D. M. (2012). Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Management*, 3, 313–322.
- Alongi, D. M., Murdiyarso, D., Fourqurean, J. W., Kauffman, J. B., Hutahaean, A., Crooks, S., . . . Wagey, T. (2016). Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecology and Management*, 24(1), 3-13. doi:10.1007/s11273-015-9446-y
- Ambari, M. (2020). Ekosistem Pesisir, Potensi Tersembunyi di Bawah Laut. Retrieved from <https://www.mongabay.co.id/2020/07/10/ekosistem-pesisir-potensi-tersembunyi-di-bawah-perairan-laut/>
- Arifin, Z. (2018). Potensi Padang Lamun Masih Kurang Diperhatikan. Retrieved from <http://lipi.go.id/berita/potensi-padang-lamun-masih-kurang-diperhatikan/21324>
- Atteridge, A., Verkuijl, C., & Dzebo, A. (2019). Nationally determined contributions (NDCs) as instruments for promoting national development agendas? An analysis of small island developing states (SIDS). *Climate Policy*, 20(4), 485-498. doi:10.1080/14693062.2019.1605331
- Bappenas. (2019a). *Low Carbon Development: A Paradigm Shift Towards a Green Economy in Indonesia*. Indonesia: Kementerian PPN/Bappenas
- Bappenas. (2019b). *Pembangunan Rendah Karbon: Pergeseran Paradigma Menuju Ekonomi Hijau di Indonesia*. Indonesia: Kementerian PPN/Bappenas
- Bappenas. (2019c). *Rancangan Teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024*. Indonesia: Kementerian PPN/Bappenas
- Bappenas. (2010). *Roadmap ICCSR Sektor Kelautan dan Perikanan*. Indonesia: Kementerian PPN/Bappenas.
- Chow, J. (2017). Mangrove management for climate change adaptation and sustainable development in coastal zones. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(2), 139-156. doi:10.1080/10549811.2017.1339615
- Diposaptono S, Budiman, & Firdaus, A. (2009). *Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*. Indonesia: Sains Press.
- Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. (2021). Kondisi Mangrove Indonesia. Retrieved from <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4284-kondisi-mangrove-di-indonesia>
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293-297. doi:10.1038/ngeo1123
- Ellison, A. M., Felson, A. J., & Friess, D. A. (2020). Mangrove Rehabilitation and Restoration as Experimental Adaptive Management. *Frontiers in Marine Science*, 7. doi:10.3389/fmars.2020.00327
- Fourqurean, J. W., Duarte, C. M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A., . . . Serrano, O. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5(7), 505-509. doi:10.1038/ngeo1477
- Herr, D., & Landis, E. (2016). *Coastal blue carbon ecosystems. Opportunities for Nationally Determined Contributions. Policy Brief*. Retrieved from Gland, Switzerland::
- Hilmi, N., Chami, R., Sutherland, M. D., Hall-Spencer, J. M., Lebleu, L., Benitez, M. B., & Levin, L. A. (2021). The Role of Blue Carbon in Climate Change Mitigation and Carbon Stock Conservation. *Frontiers in Climate*, 3. doi:10.3389/fclim.2021.710546
- Hunt, A., & Watkiss, P. (2011). Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. *Climatic Change* 104, 13–49. doi:<https://doi.org/10.1007/s10584-010-9975-6>
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca, 6 C.F.R. (2011).
- Pemerintah Indonesia Tahun 2022. Dokumen Enhanced NDC Indonesia. (2022).
- IPCC. (2018). *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C*. Retrieved from Cambridge, UK and New York, NY, USA:

- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Retrieved from Cambridge, UK and New York, NY:
- KLHK. (2022). *Operational Plan Indonesia's FOLU Net Sink 2030*. KLHK: Jakarta.
- KLHK. (2021). *Dokumen Perubahan Iklim*. KLHK: Jakarta
- KLHK. (2020). *Roadmap Nationally Determined Contribution (NDC) Adaptasi Perubahan Iklim*. Retrieved from Jakarta:
- KLHK. (2015). *Sistem Informasi Indeks Kerentanan*. KLHK: Jakarta.
- Larkum, A. W. D., Orth, R. J., & Duarte, C. M. (2006). *Seagrasses: biology, Ecology, and Conservation*. The Netherlands: Springer.
- LCDI. (2020). Implementasi Pembangunan Rendah Karbon Butuh Dana Fantastis. Retrieved from <https://lcdi-indonesia.id/2020/12/17/implementasi-pembangunan-rendah-karbon-butuh-dana-fantastis/>
- Macreadie, P. I., Anton, A., Raven, J. A., Beaumont, N., Connolly, R. M., Friess, D. A., . . . Duarte, C. M. (2019). The future of Blue Carbon science. *Nat Commun*, 10(1), 3998. doi:10.1038/s41467-019-11693-w
- Ministry of Environment and Forestry. (2021). *Updated Nationnaly Determined Contribution Republic of Indonesia*. Retrieved from Indonesia:
- Murdiyarso, D., MacKenzie, R., & Kauffman, J. B. (2014). Approaches to use coastal marine ecosystems for climate change mitigation.
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., . . . Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5, 1089-1092. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/nclimate2734>
- Mustaqim. (2018). Analisis Perubahan Ekosistem Kawasan Pesisir Pulau Sabang. *Jurnal Analisa Sosiologi*, 7, 224-242.
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valedes, L., De Young, C., Fonseca, L., . . . UNEP. (2009). *Blue carbon : the role of healthy oceans in binding carbon : a rapid response assessment* Retrieved from Nairobi:
- Purnobasuki, H. (2011). Ancaman Terhadap Hutan Mangrove di Indonesia dan Langkah Strategis Pencegahannya. In (Vol. 25, pp. 3-6): PSL Universitas Surabaya.
- Rahmawati, S. (2011). Estimasi cadangan karbon pada komunitas lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Segara*, 7(1), 1-12.
- Rosalina, D., Rombe, K. H., & Hasnatang, H. (2022). Pemetaan Sebaran Lamun Menggunakan Metode Lyzenga Studi Kasus Pulau Kapoposang, Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(2), 169-178. doi:10.14710/jkt.v25i2.13484
- Rosyada, K., Trismadi, & Ras, R. (2021). Potensi Blue Carbon dalam Penanganan Perubahan Iklim Guna Menunjang Keamanan Maritim Indonesia. *Jurnal Maritim Indonesia*, 9, 299-311.
- Sakuntaladewi, N., & Sylviani. (2014). Kerentanan dan Upaya Adaptasi Masyarakat Pesisir Terhadap Perubahan Iklim. *Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 4, 281 - 293.
- Sidik, F., Muttaqin M.Z., Karisnawati H. (2017). Peran konservasi ekosistem esensial mangrove untuk mitigasi perubahan iklim. Policy Brief Volume 11, No 01. KLHK: Jakarta (Indonesia).
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008
- The World Bank. (2011). Economics of Adaptation to Climate Change. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2011/06/06/economics-adaptation-climate-change>
- Wibowo, A., Satria, A. (2015). Strategi adaptasi nelayan di pulau-pulau kecil terhadap dampak perubahan iklim: Kasus: Desa Pulau Panjang. *Solidarity: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 3(2): 107-124.

Working Papers CIFOR-ICRAF berisi hasil penelitian tahap awal atau lanjut, yang merupakan isu penting terkait hutan tropis, dan perlu dipublikasikan pada waktu yang tepat. Makalah tersebut dibuat untuk menginformasikan sekaligus mendorong dilakukannya pembahasan. Isinya telah ditinjau secara internal, tetapi belum melewati proses tinjauan sesama rekan dari luar yang memakan waktu lebih lama.

Dengan garis pantai sepanjang lebih dari 90.000 km – terpanjang kedua setelah Kanada, menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara yang sangat berkepentingan untuk melindungi kawasan pesisir dari dampak perubahan iklim. Oleh karena itu keberadaan dan kelestarian vegetasi pesisir seperti hutan mangrove dan tutupan lamun yang cukup luas adalah solusi berbasis alam (*nature-based solution*) keberhasilan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Agenda rehabilitasi/restorasi kawasan pesisir untuk adaptasi terhadap perubahan iklim harus dapat meningkatkan ketahanan kawasan dalam mengatasi peningkatan muka air laut, gelombang, erosi pantai, banjir, dan penggenangan, sehingga ketahanan masyarakat, khususnya masyarakat nelayan yang tinggal di kawasan pesisir dapat ditingkatkan. Kohesi sosial dan peluang ekonomi masyarakat beserta kapasitas kelembagaannya juga harus meningkat. Alur informasi dan pendanaan harus transparan untuk semua pemangku kepentingan, sehingga pengambilan keputusan dan implementasi agenda adaptasi dapat dilakukan secara efektif, efisien dan adil.

Seperti dianjurkan dalam Perjanjian Paris upaya melakukan penggabungan (*bundling*) adaptasi dan mitigasi juga didemonstrasikan dalam dokumen ini untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam rehabilitasi/restorasi kawasan pesisir. Siklus adaptasi yang responsif disarankan untuk diadopsi agar tindakan adaptif di kawasan strategis ini dapat segera dimulai, dimonitor dan dievaluasi. Sehubungan dengan itu beberapa skenario mitigasi emisi yang dikaitkan dengan tindakan adaptasi dapat dipertimbangkan untuk memfasilitasi pencapaian target NDC dan tujuan SDG tahun 2030.



cifor-icraf.org

cifor.org | worldagroforestry.org

CIFOR-ICRAF

Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR) dan Pusat Penelitian Agroforestri Dunia (ICRAF) mendambakan dunia yang lebih lestari dengan berbagai jenis pohon tumbuh di hampir semua jenis bentang alam, mulai dari lahan kering hingga daerah tropis yang lembab untuk menopang lingkungan hidup dan kesejahteraan bagi semua. CIFOR-ICRAF merupakan salah satu Pusat Penelitian di bawah organisasi CGIAR.

