



lindungihutan

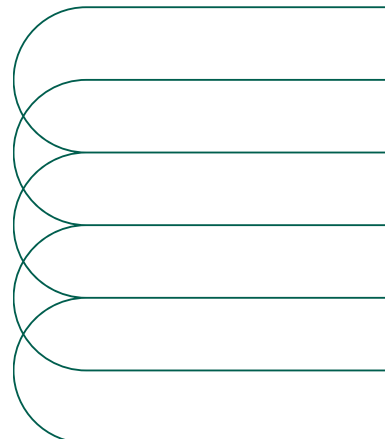
KONDISI EKSISTING KARBON BIRU DAN UPAYA MITIGASI PERUBAHAN IKLIM DI INDONESIA

#bersamamenghijaukanindonesia

DAFTAR

ISI

PENDAHULUAN	1
APA ITU KARBON BIRU?	1
PERAN EKOSISTEM KARBON BIRU	2
• Hutan Mangrove	2
• Rawa	3
• Padang Lamun	3
• Terumbu Karang	4
KONDISI EKSISTING KARBON BIRU DI INDONESIA	4
KARBON BIRU DALAM AKSI MITIGASI PERUBAHAN IKLIM DI INDONESIA	5
• Tumpang Tindih Kewenangan	7
• Literasi dan Pengetahuan	7
• Pemanfaatan Ekonomi Biru	7
• Komitmen Antar Generasi	7
REFERENSI	8



Pendahuluan

Indonesia merupakan produsen gas rumah kaca terbesar keempat di dunia pada tahun 1997 dengan total emisi 10,22 tCO₂eq per kapita menurut data tahun 1990-2019¹. Kemudian, turun menjadi ke-delapan di dunia pada tahun 2019 dengan total emisi 7,07 tCO₂eq.

Menurut Ritchie *et al.*, (2020) dalam Putri *et al.*, (2022), produksi emisi terbesar di Indonesia tahun 1990-2020 banyak dihasilkan dari kegiatan alih fungsi lahan, penggunaan energi/bahan bakar fosil, dan sektor pertanian.

Menurut Le Quéré *et al.*, (2020) untuk mengurangi laju emisi di atmosfer, dapat dilakukan dengan dua prinsip dasar yaitu mengurangi aktivitas penghasil emisi dan menghapus serta menyerap emisi yang terdapat di atmosfer. Namun, langkah yang umum dilakukan di Indonesia adalah melakukan penyerapan karbon oleh hutan.

Pada tahun 2001-2021 Indonesia telah kehilangan sekitar 28 juta ha luasan hutan yang diakibatkan adanya deforestasi di Provinsi Riau, Sumatera Selatan, dan seluruh provinsi di Kalimantan (globalforestwatch.org 2022 dalam Putri *et al.*, 2022). Dengan berkurangnya luasan hutan di daratan, Indonesia perlu memanfaatkan potensi lain yakni penyerapan karbon melalui ekosistem pesisir dan laut yang disebut dengan karbon biru.

Indonesia memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia mencapai 99.083 km yang memiliki potensi besar sebagai penyimpan karbon.² Menurut IUCN (2017) dalam Putri *et al.*, (2022), ekosistem pesisir yang didominasi oleh ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang dapat menyerap karbon sebanyak 50% dari total penyimpanan yang berada di lapisan sedimen.

Telah banyak penelitian yang mengatakan bahwa hutan mangrove memiliki potensi besar sebagai penyimpan karbon yang lebih besar dibandingkan hutan terestrial/daratan lainnya (Purnobasuki, 2012). Berdasarkan penelitian dari CIFOR, hutan mangrove Indonesia dapat menyimpan lima kali karbon lebih banyak per hektar dibanding dengan hutan tropis dataran tinggi.³

Di Indonesia, ekosistem karbon biru mulai mendapat perhatian dari pemerintah hingga komunitas peduli lingkungan, sebab menjadi keunggulan dalam upaya mitigasi perubahan iklim yang terjadi saat ini.

Apa itu Karbon Biru?

Berdasarkan Econusa (2022), terdapat beberapa jenis karbon yang dibedakan dari sumbernya. Ada karbon hitam dan coklat yang berasal dari emisi gas rumah kaca dan emisi gas antropogenik sebagai penyumbang pemanasan global dan perubahan iklim. Sementara itu, ada karbon hijau dan biru sebagai penyerap gas rumah kaca penyebab kerusakan lingkungan yang disimpan melalui tumbuh-tumbuhan, tanah maupun lautan.

¹ ClimateWatch. 2019. GHG emission Calculation. <https://www.climatewatchdata.org>

² Databooks. 2021. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/25/daftar-negara-dengan-garis-pantai-terpanjang-di-dunia-indonesia-peringkat-berapa>

³ Pojok Iklim. 2017. <http://pojokiklim.menlhk.go.id/read/potensi-bakau-sebagai-penyerap-emisi-karbon-dioksida>

Karbon biru (*blue carbon*) adalah karbon yang diserap dan disimpan oleh ekosistem laut dan pesisir. Disebut “biru” karena terbentuk di bawah air. Dilansir dari Tempo.co dalam Greeneration Foundation (2021), karbon biru merupakan karbon yang ditangkap dan disimpan di samudra dan ekosistem pesisir termasuk pantai yang tersimpan di lahan basah pasang surut seperti hutan pasang surut, mangrove, rawa/semak pasang surut, padang lamun, di dalam tanah, biomassa hidup dan mati.

Ekosistem penghasil dan penyimpan karbon biru adalah mangrove, rawa gambut, padang lamun, terumbu karang, hingga fitoplankton⁴. Ekosistem tersebut, memainkan peran penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim dengan membantu penyerapan emisi karbon yang terperangkap di dalam atmosfer, sehingga memenuhi target nasional hingga global mengenai perubahan iklim yang ditetapkan bersama.

Ekosistem karbon biru menjadi penyerap karbon yang efektif, oleh karena itu perlu dijaga kelestariannya sebab merusak atau menggunduli ekosistem tersebut akan berdampak buruk pada bumi dengan melepas gas rumah kaca ke atmosfer.

Peran Ekosistem Karbon Biru

Kategori ekosistem yang termasuk dalam karbon biru antara lain hutan mangrove, rawa, padang lamun, dan terumbu karang.

Hutan Mangrove

Hutan Mangrove adalah ekosistem pesisir yang terdiri dari pohon-pohonan yang tumbuh di daerah pasang surut, dapat menyerap dan menyimpan karbon di dalam tanah serta dalam bentuk biomassa hidup dan mati.

Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis yang penting bagi wilayah pesisir. Mangrove dinilai mampu memberikan manfaat sebagai pelindung dari abrasi, banjir rob, hingga gelombang tsunami, penyedia habitat bagi makhluk hidup, pengendali iklim mikro, penyimpan karbon yang efektif, dan mampu mengurangi dampak pemanasan global perubahan iklim.

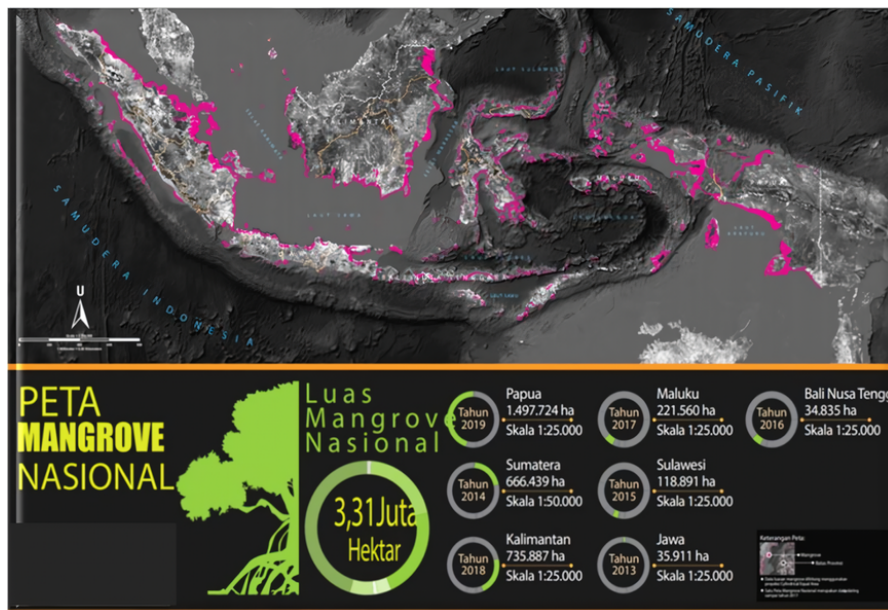
Selain itu, hutan mangrove juga memberikan nilai ekonomis bagi masyarakat pesisir dalam menghadapi perdagangan bebas yang mengizinkan masyarakat dapat berwirausaha di area wisata mangrove sebagai pemandu wisata hingga penjual souvenir untuk kebutuhan sehari-hari (Sondak, 2015).

Berdasarkan pemetaan mangrove nasional oleh Ditjen PDASRH tahun 2021, luas hutan mangrove eksisting sebesar sebesar 3.364.080 ha dan luas potensi habitat mangrove adalah 756.183 ha. Jika ditotal luas ekosistem mangrove di Indonesia adalah 4.120.263 ha yang merupakan penjumlahan dari luas areal mangrove eksisting dan potensi habitat mangrove.

Dengan demikian komposisi mangrove eksisting dan potensi habitat mangrove terhadap keseluruhan ekosistem mangrove di Indonesia berturut-turut adalah 82% dan 18%. Hasil penelitian para ahli CIFOR (*Center for International Forestry Research*) tahun 2003 dalam Rahman (2023), hutan mangrove dikategorikan sebagai ekosistem lahan basah dengan potensi penyimpanan karbon 800–1.200 ton/ha.

⁴ Fitoplankton adalah organisme tumbuhan mikroskopis yang hidup di air dan mampu berfotosintesis untuk menghasilkan bahan organik dan oksigen

Gambar 1. Luas Mangrove Eksisting Dalam PMN Berdasarkan Hasil Penyusunan Secara Bertahap Sejak Tahun 2013-2019



Sumber: Ditjen PDASRH, 2021

Penyerapan karbon dioksida oleh mangrove berhubungan erat dengan biomassa yang disimpan diatas tanah (cabang, ranting, daun, bunga, dan buah) maupun di dalam tanah (akar). Karbon paling banyak tersimpan di dalam tanah mampu mencapai 50-90% dari total kandungan karbon. Ekosistem mangrove memiliki biomassa permukaan paling besar karena mampu tumbuh mencapai 40 meter di beberapa lokasi (WWF, 2012 dalam Sondak, 2015). Menurut Murdiyarso *et al.*, (2014) dalam Sondak, (2015), mangrove dapat menyimpan 20 Pg C dan 70-80% tersimpan di dalam tanah sebagai bahan organik.

Rawa

Rawa di pesisir mengalami pasang surut yang dilalui air laut. Rawa pasang surut merupakan ekosistem pesisir yang terbentuk dari tanaman berakar serabut yang tumbuh di daerah pasang surut. Memiliki peran untuk menyerap dan menyimpan karbon di dalam tanah, biomassa hidup dan mati. Menurut Widjaja *et al.*, (1992), rawa memiliki potensi penyimpanan karbon yang tinggi yaitu sekitar 800 ton per hektar. Rawa pasang surut memberikan manfaat seperti penyerap polutan, pengendali erosi, penyedia habitat bagi burung dan mamalia, pengatur salinitas air di wilayah pesisir.

Padang Lamun

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang terbentuk dari tanaman berdaun lebar yang tumbuh di dasar air laut dangkal yang berperan sebagai penyerap emisi karbon. Berdasarkan penelitian BRIN dalam Mongabay tahun 2023, padang lamun memiliki potensi untuk penyimpanan karbon sekitar 600 ton per hektar. Padang lamun memiliki manfaat sebagai penyedia habitat bagi berbagai spesies laut, penyerap karbon dari air laut dan atmosfer, hingga sebagai penyaring kualitas air laut dari partikel dan nutrisi.

Terumbu Karang

Terumbu karang adalah ekosistem pesisir yang terbentuk dari hewan karang yang membentuk struktur kapur di dasar laut. Ekosistem ini umumnya ditemukan di perairan hangat dan dangkal. Di sisi lain, terumbu karang sangat berperan penting sebagai habitat bagi spesies hewan laut termasuk ikan, moluska, dan invertebrata, pelindung pantai dari ancaman gelombang dan badai, serta meningkatkan perekonomian masyarakat melalui kegiatan perikanan maupun pariwisata.

Kondisi Eksisting Karbon Biru di Indonesia

Kondisi karbon biru yang ada di Indonesia cukup menjanjikan sekaligus menjadi tantangan bagi kita. Indonesia memiliki ekosistem karbon biru seperti hutan bakau, padang lamun, dan rawa asin yang luas sebagai penyimpan karbon dalam jumlah besar (Rahayu *et al.*, 2023). Namun, ekosistem ini juga terancam oleh aktivitas manusia seperti penggundulan hutan, pembangunan pesisir, dan polusi yang terjadi di pesisir atau laut.

Untuk mengatasi persoalan tersebut, upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem karbon biru yang berkelanjutan telah diterapkan oleh Indonesia melalui berbagai aturan dan ketentuan. Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia telah mengembangkan program kajian ilmiah karbon biru di beberapa lokasi antara lain Tanjung Lesung-Banten, Pantai Timur Sumatera, Nusa Penida-Bali, dan Teluk Tomini-Sulawesi Utara (Dina & Vinata, 2018).

Selain itu, Pemerintah Indonesia juga telah menjalin kemitraan dan berkolaborasi secara internasional melalui *International Blue Carbon Partnership* dengan Australia yang bertujuan untuk lebih meningkatkan upaya konservasi karbon biru (Hamilton & Friess, 2018).

Hasil penelitian pada hutan bakau di Indonesia diperkirakan menyimpan 0,82-1 (Titisar *et al.*, 2022), 09 PgC (pentagram karbon) per hektar. Hutan bakau tidak hanya berfungsi sebagai penyerap karbon yang penting tetapi juga menyediakan berbagai jasa ekosistem seperti perlindungan pantai, penunjang perikanan, dan konservasi keanekaragaman hayati.

Lebih jauh lagi, penelitian mengungkapkan bahwa manfaat finansial dari penjualan kredit karbon biru dapat lebih besar daripada penggunaan lahan alternatif di tingkat lokal, sehingga menjadikan upaya konservasi dan restorasi lebih penting daripada penggunaan lahan alternatif di tingkat lokal. Dengan begitu ekonomi yang berjalan terus menjadi pilihan bagi masyarakat (Hamilton & Friess 2018).

Kesimpulannya, karbon biru di Indonesia mempunyai potensi besar dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Ekosistem karbon biru di Indonesia mempunyai kapasitas untuk menyerap dan menyimpan karbon dioksida dalam jumlah besar dari atmosfer, sehingga menjadikannya solusi yang penting dalam mitigasi perubahan iklim.

Karbon Biru dalam Aksi Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia

Program Karbon Biru dengan fokus pada konservasi dan restorasi ekosistem pesisir khususnya hutan bakau, telah mendapatkan pengakuan internasional sebagai sarana untuk mengatasi perubahan iklim dan mendorong praktik pengelolaan pesisir berkelanjutan. Salah satu bidang utama dimana Program Karbon Biru telah mencapai kemajuan yang signifikan adalah di Indonesia.

Indonesia dengan hutan bakau yang melimpah memiliki peran penting dalam implementasi Program Karbon Biru. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik per Desember 2021, Indonesia memiliki hutan mangrove seluas 3,63 juta ha atau mewakili 20,37 persen luasan hutan bakau dunia. Untuk menjaga mangrove tetap lestari, Indonesia berkomitmen lebih jauh dengan menghasilkan bibit siap tanam yang berkualitas (Mongabay, 2022). Banyak negara, termasuk Indonesia, menyadari pentingnya Program Karbon Biru dalam mitigasi perubahan iklim. Program-program tersebut, seperti Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan (REDD+) dan Pembayaran Jasa Ekosistem, memberikan insentif finansial untuk perlindungan dan restorasi ekosistem mangrove.⁵

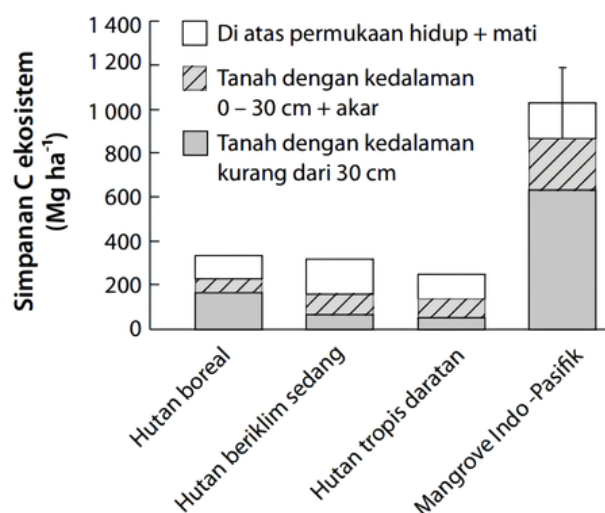
Manfaat finansial dari partisipasi dalam program karbon biru telah dibuktikan melalui berbagai studi kasus. Studi-studi ini menunjukkan bahwa penjualan kredit karbon biru berpotensi menghasilkan keuntungan finansial yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan lahan alternatif, sehingga menjadikan pilihan yang layak secara ekonomi bagi masyarakat lokal dan pemangku kepentingan. Salah satu langkah penting dalam mengembangkan Program Karbon Biru yang sukses adalah ketersediaan data yang akurat dan perkiraan stok karbon dasar.

Berkaitan dengan hal ini, ekosistem mangrove merupakan bagian dari kelompok ekosistem karbon biru (*blue carbon*) bersama dengan rawa asin dan padang lamun yang memiliki peran penting dalam penyerapan karbon global (Herr dan Landis, 2016). Ekosistem mangrove merupakan jenis ekosistem khas yang hidupnya dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan umumnya ditemukan pada kawasan pesisir dan muara sungai. Ekosistem *blue carbon* dicirikan dengan kemampuannya untuk menyimpan karbon organik dalam sedimen dengan jumlah yang besar dan jangka waktu yang lama (Taillardat *et al.*, 2018).

Stok karbon global ekosistem mangrove diperkirakan mencapai 956 Mg C ha⁻¹, dimana nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan stok karbon di hutan hujan tropis (241 Mg C ha⁻¹), rawa asin (593 Mg C ha⁻¹), dan padang lamun (142,2 Mg C ha⁻¹) (Alongi, 2014). Sebagian besar (50 – 90 %) stok karbon ekosistem mangrove tersimpan dalam sedimen, kemudian sebagian kecilnya tersimpan dalam biomassa atas permukaan, biomassa akar, dan serasah (Chou *et al.*, 2022).

⁵ REDD+ adalah kerangka kerja yang didukung oleh PBB yang bertujuan untuk mengurangi dampak perubahan iklim dengan menghentikan penghancuran hutan

Gambar 2. Perbandingan Simpanan C Mangrove Dengan Nilai Simpanan Berbagai Tipe Hutan



Sumber: CIFOR, 2012.

Gambar 2 memperlihatkan mangrove merupakan salah satu hutan yang simpanan karbonnya tertinggi di kawasan tropis (nilai rerata contoh: 1.023 Mg C ha⁻¹ ±88 s.e.m.), dan sangat tinggi dibandingkan rerata simpanan karbon di berbagai tipe hutan lainnya di dunia. Rerata karbon di mangrove muara sebesar 1.074 Mg C ha⁻¹ (±171 s.e.m.); sementara untuk mangrove laut sebesar 990 ± 96 Mg C ha⁻¹. Cadangan C di atas permukaan nilainya cukup besar (rerata 159 Mg C ha⁻¹, maksimum 435 Mg C ha⁻¹), namun cadangan di bawah permukaan tetap mendominasi, untuk mangrove muara dan laut masing-masing sebesar 71–98% dan 49–90% dari total simpanan. (CIFOR, 2012)

Berdasarkan data di atas, Indonesia punya potensi besar meraup keuntungan dari *blue economy* atau ekonomi biru. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas, 2023) memperkirakan nilai *blue economy* Indonesia pada 2045 bakal mencapai USD 7,4-9,8 triliun, naik 5-7 kali lipat dari penghitungan Kementerian Kelautan dan Perikanan yang pada 2021 tercatat sebesar USD 1,3 triliun (Jawa pos, 2023).⁶ Potensi ekonomi biru dari ekosistem karbon biru ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi seluruh entitas di sekitar ekosistem karbon biru, namun potensi yang besar ini juga diperlukan manajemen pengelolaan yang tepat agar manfaat bisa dikelola dengan sebaik-baiknya untuk kepentingan bersama. Upaya nyata yang dilaksanakan Pemerintah Indonesia melalui program ekonomi biru, di antaranya adalah perlindungan ekosistem karbon biru (EKB) di kawasan konservasi tertutup, pembatasan armada perikanan, aktivitas budidaya perikanan rendah emisi, dan perlindungan terhadap laut, pesisir, dan pulau-pulau kecil.

Dengan adanya upaya ini, diharapkan implementasi program ekonomi biru mampu menahan laju perubahan iklim, melalui hadirnya ekosistem kelautan dan perikanan yang sehat dan berkelanjutan. Semua itu merupakan kontribusi konkret dalam penurunan emisi gas rumah kaca.

⁶ Ekonomi biru / *blue economy* adalah konsep pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dengan memanfaatkan sumber daya laut secara berkelanjutan

Tentu dengan potensi yang besar dan upaya yang dilakukan oleh pemerintah, masih terdapat beberapa tantangan dan hambatan yang harus dihadapi dan diselesaikan, antara lain:

Tumpang Tindih Kewenangan

Ekosistem mangrove adalah salah satu benteng utama yang menjadi pelindung wilayah pesisir, terutama pelindung dari dampak perubahan iklim yang makin nyata terjadi. Namun, kebijakan tentang tata kelola karbon biru masih belum ada. Meskipun pengembangan sedang dilakukan oleh Pemerintah Indonesia, kebijakan ekosistem karbon biru (EKB) masih menghadapi tantangan, salah satunya masih adanya duplikasi dan ketidakjelasan kewenangan antara Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), dan Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM) (Mongabay, 2022). Menurut CEO *Indonesia Ocean Justice Initiative* (IOJI) Mas Achmad Santosa keberadaan ekosistem mangrove sudah saatnya lebih diperhatikan oleh Pemerintah Indonesia untuk menghadapi perubahan iklim dan dampak lingkungan lain yang akan dihadapi Indonesia di masa depan.

Literasi dan Pengetahuan

Menurut Staf Ahli Bidang Pembangunan Sektor Unggulan dan Infrastruktur Bappenas Leonardo A. A. Teguh Sambodo, tantangan lain dalam ekonomi biru dari karbon biru adalah literasi dari masyarakat dan dunia usaha terkait ekonomi biru mengingat kedua elemen tersebut memanfaatkan laut. Literasi terkait program, konsep, dan sebagainya harus ditanamkan kepada entitas atau pelaku yang sering berkaitan dengan ekonomi biru ini (Antara, 2023).

Pemanfaatan Ekonomi Biru

Pemanfaatan ekonomi karbon biru tidak boleh hanya mengandalkan sektor-sektor yang ada, sehingga ruang untuk bergerak dan menciptakan nilai tambah hanya sedikit. Oleh karena itu, perlu adanya perluasan pemanfaatan ekonomi karbon biru ke sektor-sektor lain seperti ekonomi biru atau pemulihan ekonomi hijau secara berkelanjutan. Pemerintah Indonesia melihat bahwa energi baru dan terbarukan, bioteknologi dan bio-ekonomi bisa memberikan solusi inovatif untuk berbagai masalah pembangunan, termasuk di wilayah *coastal* (pesisir) dan laut (Antara, 2023).

Komitmen Antar Generasi

Berdasarkan pernyataan Staf Ahli Bidang Pembangunan Sektor Unggulan dan Infrastruktur Bappenas Leonardo A. A. Teguh Sambodo dalam keterangan pers acara *ASEAN Blue Economy Forum 2023* di Belitung, sejumlah sektor pekerjaan terkait kelautan seperti budidaya perikanan tangkap mengalami penurunan minat dari generasi muda. Menimbang fakta tersebut, perlu diterangkan dan disosialisasikan lebih lanjut terkait berbagai potensi yang ada di dalam laut agar dapat dimanfaatkan guna menciptakan nilai tambah. Misalnya dengan berinvestasi di kegiatan konservasi ekosistem *blue carbon* (Antara, 2023).

Referensi

1. Alongi. 2014. Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests. *Annual Review of Marine Science* 6(1):195-219. doi:10.1146/annurev-marine-010213-135020.
2. Antara. 2023. Bappenas paparkan tiga tantangan terbesar pengembangan ekonomi biru. <https://www.antaranews.com/berita/3616008/bappenas-paparkan-tiga-tantangan-terbesar-pengembangan-ekonomi-biru>.
3. CIFOR. 2012. Mangrove adalah salah satu hutan terkaya karbon di kawasan tropis. https://www.cifor.org/publications/pdf_files/infobrief/3773-infobrief.pdf.
4. Chou M.-Q., Lin W.-J., Lin C.-W., Wu H.-H., Lin H.-J. (2022). Allometric equations may underestimate the contribution of fine roots to mangrove carbon sequestration. doi : 10.1016/j.scitotenv.2022.155032.
5. ClimateWatch. 2019. GHG emission Calculation. Diakses 28 Desember 2023 https://www.climatewatchdata.org/embed/ghg-emissions?calculation=PER_CAPITA&chartType=line&end_year=2019®ions=TOP§ors=total-including-lucf&start_year=1990.
6. Databoks. 2021. Daftar Negara dengan Garis Pantai Terpanjang di Dunia, Indonesia Peringkat Berapa?. Diakses 28 Desember 2023. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/25/daftar-negara-dengan-garis-pantai-terpanjang-di-dunia-indonesia-peringkat-berapa>.
7. Dina, S & Vinata, RT. 2018. Blue Carbon : Role of Sea to the Balance of Climate Within the Mitigation Frame of Climate Change. Proceedings of the 1st International Conference Postgraduate School Universitas Airlangga : "Implementation of Climate Change.
8. Econusa. 2022. Karbon Biru: Senjata Penting untuk Mengatasi Global Warming. Diakses 28 Desember 2023. <https://econusa.id/id/ecodefender/karbon-biru/>.
9. Greeneration. 2023. Mengenal Apa itu Blue Carbon, Manfaat, dan Langkah untuk Menjaganya. <https://greeneration.org/publication/green-info/mengenal-apa-itu-blue-carbon-manfaat-dan-langkah-untuk-menjaganya/>.
10. Herr dan Landis. (2016). Coastal blue carbon ecosystems : Opportunities for Nationally Determined Contributions. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Rep-2016-026-En.pdf>.
11. Hamilton SE, Friess DA. 2018. Global carbon stocks and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012. <https://scite.ai/reports/global-carbon-stocks-and-potential-ejMwkaK>.
12. Jawa pos. 2023. Potensi Ekonomi Biru Indonesia Mencapai USD 9,8 Triliun Pada 2045. <https://www.jawapos.com/ekonomi/013318438/potensi-ekonomi-biru-indonesia-mencapai-usd-98-triliun-pada-2045>.
13. Ditjen PDA SRH. 2021. Peta Mangrove Nasional. https://www.researchgate.net/profile/Prayoto-Tonoto/publication/358439377_MANGROVE_MAP_OF_INDONESIA/links/62029756baa59752dfe689aa/MANGROVE-MAP-OF-INDONESIA.pdf.
14. Le Quéré, C., Jackson, R. B., Jones, M. W., Smith, A. J. P., Abernethy, S., Andrew, R. M., De-Gol, A. J., Willis, D. R., Shan, Y., Canadell, J. G., Friedlingstein, P., Creutzig, F., & Peters, G. P. (2020). Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, 10(7), 647–653. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>.
15. Mongabay. 2022. Karbon Biru di Tengah Tantangan dan Hambatan . <https://www.mongabay.co.id/2022/03/22/karbon-biru-di-tengah-tantangan-dan-hambatan/>.

Referensi

16. Mongabay. 2023. Sumpah Pemuda ditangan Lamun Warrior untuk Karbon Biru Indonesia. <https://www.mongabay.co.id/2023/11/04/sumpah-pemuda-ditangan-lamun-warrior-untuk-karbon-biru-indonesia/>.
17. Pojok Iklim. 2017. Potensi Bakau Sebagai Penyerap Emisi Karbondioksida. Diakses 28 Desember 2023 <http://pojokiklim.menlhk.go.id/read/potensi-bakau-sebagai-penyerap-emisi-karbondioksida>.
18. Purnobasuki H. 2012. Pemanfaatan Hutan Mangrove Sebagai Penyimpan Karbon. Buletin PSL Universitas Surabaya 28:3-5.
19. Putri AA, Akbar AA, Romiyanto. 2022. Ekosistem Pesisir Sebagai Penghasil Karbon Biru. JEPTEC: Journal of Environmental Policy and Technology. 1(1):13-29.
20. Rahman. 2023. Analisis Pengelolaan Sumberdaya Alam Hutan Mangrove. Ejournal Litbang. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JKLH/article/download/7727/5997>.
21. Rahayu et al. 2023. Sedimentary seagrass carbon stock and sources of organic carbon in small islands of Indonesia: comparing meadows inside and outside Marine Protected Areas. <https://scite.ai/reports/sedimentary-seagrass-carbon-stock-and-Nlj8bj9>.
22. Sondak CFA. 2015. Estimasi Potensi Penyerapan Karbon Biru (Blue Carbon) Oleh Hutan Mangrove Sulawesi Utara. Jurnal of Asean Studies on Maritime Issues. Vol (1) nomor 1 halaman 24-19.
23. Taillardat et al. 2018. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. doi :10.1098/rsbl.2018.0251.
24. Titisasi PW, Elvis, Chahyana I, Janna N, Nurdila H, Widari RS. 2022. Management Strategies of Mangrove Biodiversity and the Role of Sustainable Ecotourism in Achieving Development Goals. <https://scite.ai/reports/management-strategies-of-mangrove-biodiversity-dvykpkX9>.
25. Widjaja-Adhi I P.G., K. Nugroho, D.A. Suriadikarta, dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: Potensi, Kebutuhan dan Pemanfaatan. Dalam. Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Cisarua, 3-4 Maret 1992. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

*Bersama
Menghijaukan
Indonesia*
LINDUNGIHUTAN



lindungihutan

#BersamaMenghijaukanIndonesia | lindungihutan.com