



NILAI EKONOMI CADANGAN KARBON PADA TANAMAN DAMAR UNTUK MENDUKUNG KEBERLANJUTAN PEMBANGUNAN NASIONAL

Jerri Falson¹ dan Cindy Clara Afrisca²

Direktorat Penilaian, Direktorat Jenderal Kekayaan Negara, Kementerian Keuangan

E-mail : jerri.falson@kemenkeu.go.id¹ dan cindy.afrisca@kemenkeu.go.id²

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
File Diterima: [19 Mei 2020]	<i>The potential of forest areas is an inseparable part of the potential for carbon sequestration that can reduce the negative impacts of climate change. Specifically, in this research, by measuring and analyzing economic value carbon stock by resin plants (Agathis sp.) within Miaf Resort the scope of the Aketajawe Lolobata National Park Center, carbon absorption data was presented which was a strategic issue in helping to overcome climate change and for sustainable development programs. In addition, from the monetization of benefits for the absorption of carbon produced, it can support the State Budget (APBN) through a financing mechanism which will further cause a multiplier effect in the sustainability of national development.</i>
Revisi: [25 Juli 2023]	
Diterima: [27 Juli 2023]	
Kata Kunci: Sumber Daya Alam Kehutanan, Serapan Karbon, Nilai Ekonomi Cadangan Karbon, Keberlanjutan, Perubahan Iklim, APBN	
Keberadaan kawasan hutan menjadi bagian penting dan tidak terpisahkan dengan potensi penyerapan karbon yang bisa mengurangi efek buruk dari krisis iklim. Pada penelitian ini, secara spesifik dilakukan dengan menghitung dan menganalisis Nilai ekonomi cadangan karbon yang dihasilkan oleh tumbuhan damar di Resort Miaf lingkup Balai Taman Nasional Aketajawe Lolobata, kemudian disajikan pentingnya data penyerapan karbon sebagai isu strategis dalam mendukung penanggulangan krisis iklim dan untuk program pembangunan berkelanjutan. Selain itu, dari hasil monetisasi manfaat atas serapan karbon, dapat menopang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) melalui mekanisme pembiayaan yang selanjutnya hal ini akan menciptakan efek berganda pada keberlanjutan pembangunan nasional.	

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hutan di Indonesia, yang terletak di garis khatulistiwa dengan iklim tropis, memegang peran krusial dalam mengelola iklim dengan menjadi penyerap karbon. Di masa depan, diharapkan untuk memperluas, melestarikan, dan memelihara wilayah hutan agar dapat membantu mengurangi pelepasan karbon ke atmosfer, sehingga dapat memperlambat laju perubahan iklim. Selain itu, mengingat potensi sumber daya kehutanan Indonesia yang sangat melimpah, penting untuk menemukan sumber pendanaan yang membantu mengokohkan perekonomian, adaptasi, dan upaya pencegahan terhadap perubahan iklim. Selain itu eksternalitas negatif dari karbon juga dapat mempengaruhi Produk Domestik Bruto (Khabibi et al, 2020) sejalan dengan konsep *Kuznet Curve*.

Dalam pengelolaan kawasan hutan di Indonesia sebagai penyerap karbon, maka dapat dilaksanakan melalui beragam skema, termasuk menghitung pertumbuhan species pepohonan hutan dari berbagai jenis vegetasi, tutupan lahan, dan faktor lainnya. Selain itu, juga bisa dilakukan dengan mengonversi nilai penyerapan karbon menjadi bentuk moneter, yang dapat diwujudkan melalui skema perdagangan karbon. Selanjutnya, dari sisi regulasi pemerintah dapat berperan terhadap pembangunan berkelanjutan dengan merancang kebijakan pembiayaan yang berasal dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) yang berorientasi pada lingkungan.

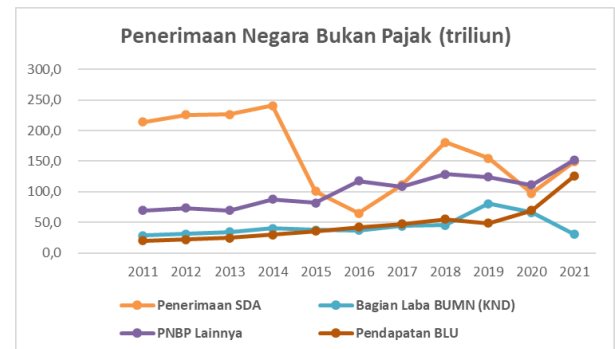
Saat ini Indonesia telah menerapkan konsep pajak karbon (Wardana et al, 2022), namun penelitian terkait karbon penilaian atas karbon itu sendiri belum banyak dilakukan. Pada penelitian terdahulu, telah dilakukan perhitungan guna memonetisasi potensi serapan karbon dan dampak nyata pengaruh sumber daya alam berupa kehutanan pada wilayah Taman Nasional Aketajawe Lolobata yang terletak di wilayah Provinsi Maluku Utara. Namun demikian, dengan adanya perkembangan regulasi pada disiplin ilmu di bidang penilaian, maka terdapat pembaharuan atas nilai manfaat karbon untuk tanaman damar tersebut.

2. KERANGKA TEORI

2.1. Pembiayaan dan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN)

Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara, pendanaan pengembangan untuk pembangunan nasional berasal dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN).

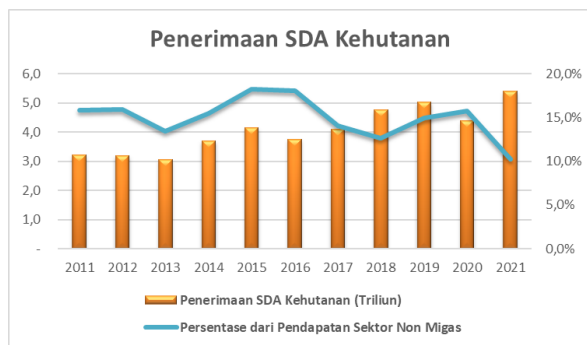
Akan tetapi, apabila sumber dari APBN tidak mencukupi maka pembiayaan domestik dan internasional diperlukan. Pada kurun waktu satu decade terakhir, evolusi jumlah penerimaan negara bukan pajak (PNBP) yang diperoleh dan diolah oleh Kementerian Keuangan dan Laporan Keuangan Pemerintah Pusat (LKPP) Audited Tahun 2021 memberikan informasi mengenai PNBP sebagai berikut:



Grafik 1. Penerimaan Negara Bukan Pajak

Sumber: Direktorat Jenderal Anggaran and Laporan Pemerintah Pusat (diolah)

Sebagaimana terlihat pada Grafik 1 di atas, realisasi pendapatan negara dari sektor Sumber Daya Alam (SDA) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penerimaan dari Kekayaan Negara Dipisahkan (KND), dan penerimaan Badan Layanan Umum (BLU). Selain itu, dari pendapatan sumber daya alam 2021 sebesar Rp149,5 triliun, realisasi pendapatan sumber daya alam naik 53,81% dibandingkan pendapatan fiskal 2020. Peningkatan realisasi penerimaan sumber daya alam tersebut merupakan akumulasi penerimaan dari sektor minyak dan gas bumi (migas) dan sektor non migas. Terkait dengan kehutanan, penerimaan SDA hutan terakumulasi pada bagian penerimaan SDA non migas yang dirangkum dalam Grafik 2. Berdasarkan informasi rinci pada LKPP Tahun 2021, diperoleh informasi bahwa realisasinya meningkat. Penerimaan negara dari kegiatan pembangunan di luar kegiatan kehutanan meningkat dari tahun ke tahun, ditunjukkan dengan peningkatan jumlah perusahaan pertambangan yang mulai melakukan eksplorasi dan eksploitasi di area hutan. Berdasarkan hal tersebut, pengelolaan penyerapan karbon menjadi hal yang penting untuk mencegah penurunan jangka panjang area hutan dibandingkan dengan potensi pendapatan negara.



Grafik 2. Penerimaan Negara dari SDA Kehutanan

Sumber: Direktorat Jenderal Anggaran and Laporan Pemerintah Pusat (diolah)

Berdasarkan Nota Keuangan dan Rancangan APBN pada tanggal 16 Agustus 2022, bahwa diperlukan pemanfaatan pendanaan utang untuk pemulihan sosial dan ekonomi dalam era new normal. Dibutuhkannya sebuah strategi revitalisasi fiskal yang terkonsolidasi, sebagaimana tercermin dari defisit anggaran sebesar 2,85 persen terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Pembiayaan anggaran bertujuan untuk mendorong fleksibilitas leverage guna mendukung kebijakan stimulus, namun harus dikelola dengan hati-hati untuk mendorong pengeluaran utang yang efisien dan menjaga keseimbangan makroekonomi dengan memastikan komposisi utang yang optimal.

Dari Tabel 1. yang dikutip dari Nota Keuangan Tahun Anggaran 2023 terlihat Instrumen keuangan terdiri dari dua jenis utama, yaitu pinjaman luar negeri dan pinjaman dalam negeri. Selain itu, sumber utama dalam utang pemerintah adalah obligasi pemerintah yang mencakup surat berharga negara dalam mata uang asing maupun rupiah. Hal yang menjadi menarik dari pembiayaan utang itu adalah pemerintah berjanji pembiayaan utang usulan APBN Tahun Anggaran 2023 akan terwujud melalui penerbitan Surat Berharga Negara (SBN). Pada saat yang sama, lebih banyak instrumen pinjaman digunakan secara khusus untuk mendukung kegiatan strategis pemerintah. Maka, dilakukan usaha untuk memajukan dan memperluas pasar keuangan agar mendorong penurunan tingkat suku bunga melalui pengembangan alat keuangan dalam pasar keuangan dan perluasan jumlah investor dalam Surat Berharga Negara (SBN), termasuk penerbitan SBN tematik seperti *Green Sukuk* dan *SDGs bonds*.

Tabel 1. Perkembangan Outstanding Utang Pemerintah

**PERKEMBANGAN *OUTSTANDING* UTANG PEMERINTAH
BERDASARKAN JENIS INSTRUMEN, 2018-2022
(triliun rupiah)**

Instrumen	2018	2019	2020	2021	2022*
Pinjaman	810,2	771,8	857,5	819,5	821,7
1. Pinjaman Luar Negeri	803,1	761,6	845,0	806,2	806,3
Bilateral	334,6	297,9	334,8	296,5	272,0
Multilateral	425,0	424,4	465,5	467,3	491,7
Komersial	43,5	39,2	44,6	42,4	42,7
Suppliers	-	-	-	-	-
2. Pinjaman Dalam Negeri	7,1	10,2	12,5	13,3	15,4
Surat Berharga Negara	3.656,0	4.014,8	5.221,7	6.091,9	6.301,9
Denominasi Valas	1.054,4	1.053,5	1.196,0	1.269,0	1.309,4
Denominasi Rupiah	2.601,6	2.961,3	4.025,6	4.822,9	4.992,5
Jumlah	4.466,2	4.786,6	6.079,2	6.911,3	7.123,6

*Realisasi s.d Juni 2022

Sumber: Kementerian Keuangan

2.2. Pengukuran Cadangan Karbon

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2018) mendefinisikan bahwa dampak perubahan iklim akibat pemanasan global menjadi perhatian serius untuk kelangsungan hidup di bumi saat ini. Pemanasan global disebabkan oleh efek Gas Rumah Kaca (GRK), di mana energi yang diterima dari sinar matahari diserap sebagai radiasi gelombang pendek dan dipancarkan kembali ke angkasa sebagai radiasi inframerah gelombang panjang. Gas rumah kaca, yang berfungsi menyerap radiasi inframerah dan menjebakkannya di atmosfer, menyebabkan kenaikan suhu di Bumi. Berbagai macam upaya telah dijalankan untuk mengatasi permasalahan pemanasan global, salah satunya ialah dengan meningkatkan mutu hutan yang luasannya semakin berkurang, sehingga tetap dapat menjalankan peran ekologi hutan sebagai sokongan bagi sistem kehidupan. Salah satunya yaitu Paris Agreement dan Indonesia's Nationally Determined Contribution (NDC Indonesia).

Di Indonesia, ketersediaan informasi mengenai cadangan karbon dan keanekaragaman hayati yang mencakup berbagai jenis tutupan hutan dan lahan masih sangat terbatas dan implementasi pengukuran cadangan karbon nasional mesti sesuai dengan standar internasional. Menurut Peraturan Direktur Jenderal Kekayaan Negara (Perdirjen KN) Nomor 5 Tahun 2021 Tentang Pedoman Penilaian Kekayaan yang Dikuasai Negara Berupa Sumber Daya Alam, simpanan atau cadangan karbon merupakan salah satu manfaat yang terkandung di dalam hutan. Cadangan karbon ini memiliki nilai yang dapat diartikan sebagai estimasi nilai cadangan karbon yang dapat digunakan sebagai "mata uang" dalam pemanfaatan jasa ekosistem hutan atau dalam pasar perdagangan karbon. Cadangan atau simpanan karbon dijelaskan sebagai potensi jangka panjang dalam biomassa hutan dan hasil-hasil hutan. Ukuran potensi massa karbon hutan dinyatakan dalam tonC/ha. Faktor-faktor yang mempengaruhi cadangan karbon:

- Tipe tutupan lahan (hutan vs padang rumput)

- b. Tipe vegetasi (tanaman cepat tumbuh vs lambat tumbuh)
- c. Kelas diameter
- d. Tipe tanah
- e. Proses dekomposisi
- f. Gangguan (hutan primer vs hutan bekas kebakaran)

Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sumber cadangan atau simpanan karbon yang terdapat di hutan terdiri dari:

- a. Cadangan karbon dari biomassa tegakan diatas permukaan tanah.
- b. Cadangan karbon dari biomassa di bawah permukaan tanah.
- c. Cadangan karbon dari kayu (pohon) yang mati.
- d. Cadangan karbon dari biomassa serasah, semai, tumbuhan bawah.
- e. Cadangan karbon dari tanah.

Dalam pengukuran cadangan karbon dari sumber daya alam kehutanan, di Indonesia Kawasan kehutanan diklasifikasikan Berubah menjadi 3 (tiga) fungsi yang berbeda, yakni, Hutan Lindung (HL) seluas 29,7 juta hektar, Hutan Konservasi (HK) seluas 27,4 juta hektar, dan Hutan Produksi (HP) seluas 68,8 juta hektar. Cadangan karbon dalam Penelitian ini dihitung dari Kawasan hutan konservasi yang merupakan Taman Nasional. Hutan Konservasi adalah area hutan dengan karakteristik khusus, yang memiliki peran utama dalam menjaga keanekaragaman hayati hewan dan tumbuhan serta ekosistemnya. Wilayah Hutan Konservasi berfungsi melindungi penyangga kehidupan dan memiliki fungsi pengawetan (konservasi) sumber daya alam hayati. Hutan Konservasi dapat mengalami perubahan peruntukan secara parsial. Wilayah hutan konservasi diklasifikasikan menjadi Taman Buru, Suaka Alam (KSA), dan Kawasan Pelestarian Alam (KPA). KSA merupakan komposisi dari Cagar biosfer, Cagar Alam (CA), dan Suaka Margasatwa (SM). KPA terdiri dari Taman Hutan Raya (Tahura), Taman Nasional (TN), dan Taman Wisata Alam (TWA). Kawasan KSA dan KPA adalah daratan maupun perairan. Mengacu pada Perdirjen KN Nomor 5 Tahun 2021 tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kekayaan Yang dikuasai Negara Berupa Sumber Daya Alam, hutan lindung dan hutan konservasi dikelompokkan menjadi satu.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode kuantitatif untuk menghitung nilai manfaat karbon yang dihasilkan oleh tanaman. Metode simulasi yang digunakan didasarkan pada konsep penilaian sumber daya dalam kehutanan. Langkah-langkah penghitungan dilakukan secara sistematis, dimulai dari

pengumpulan data analisis vegetasi, menentukan kerapatan pohon, menghitung biomassa atas permukaan dengan menggunakan persamaan allometrik, mengukur biomassa bawah permukaan, dan menghitung total potensi karbon yang tersimpan dalam vegetasi hutan. Selanjutnya, penulis melakukan perhitungan kurs valuta asing untuk menentukan nilai pasar karbon.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengestimasi nilai manfaat karbon yang dihasilkan oleh tanaman damar. Metode simulasi yang diterapkan didasarkan pada konsep penilaian sumber daya dalam kehutanan. Proses perhitungannya dilakukan secara sistematis, dimulai dari pengumpulan data analisis tumbuhan, penentuan kerapatan pohon, penghitungan biomassa atas permukaan, pengukuran biomassa di bawah permukaan, hingga perhitungan total potensi karbon yang disimpan dalam tumbuhan hutan. Selain itu, penulis juga melakukan perhitungan nilai pasar karbon berdasarkan harga pasar karbon yang tersedia.

3.2. Sumber Data

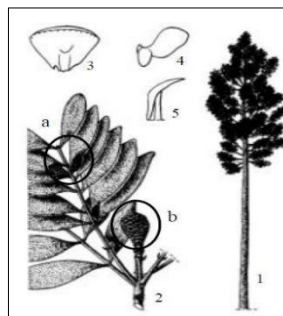
Analisis dilakukan terhadap potensi penyerapan karbon yang dihasilkan oleh tumbuhan damar di Balai Taman Nasional Aketajawe Lolobata. Penulis menggunakan data primer dengan melakukan survei korespondensi tertulis dengan Balai Taman Nasional Aketajawe Lolobata dan mendapatkan data spesifik tentang tanaman serta hasil analisis pertumbuhan pada setiap plot tanaman. Pengambilan sampel dilakukan di kelompok hutan Sungai Onat dan kelompok hutan Sungai Hategou yang berada di Resort Miaf SPTN Wilayah III Maba. Selain itu, untuk menghitung manfaat ekonomi karbon, Penulis menggunakan Perdirjen KN Nomor 5 Tahun 2021 tentang Pedoman Penilaian Kekayaan yang dikuasai Negara Berupa Sumber Daya Alam, serta mempertimbangkan beberapa kajian literatur terkait tanaman dan harga pasar karbon EUA.

4. HASIL PENELITIAN

4.1. Tanaman Damar

Dalam taksonomi, tanaman damar atau *Agathis* sp dikenal sebagai jenis pohon yang sangat besar, dengan diameter 1,6 meter dan mencapai ketinggian hingga 65 meter. Batangnya lurus, silindris, tidak berliku, memiliki cabang besar menonjol ke atas dan tidak beraturan. Kulit kayu mengelupas secara tipis serta berwarna hitam abu-abu terang hingga cokelat, dengan bentuk tidak beraturan dan terkadang berlubang akibat adanya getah. Kayu gubalnya berwarna putih kecoklatan, kadang-kadang keseluruhan berwarna merah muda tanpa ada jeda yang jelas. Daun yang sudah dewasa memiliki panjang 6 sampai 8 cm, berbentuk bundar telur, bertepi rata,

lebar 2 sampai 3 cm, pangkal daun menyempit, ujungnya runcing, dan banyak tulang daun yang sejajar. Bunga jantan dan betina terdapat dalam kelompok yang berbeda, namun di satu pohon yang sama (bersarang satu). Buah betina berbentuk elips hingga bulat dengan ukuran 6 sampai 8,5 cm x 5,5 sampai 6,5 cm, terdiri dari sayap dengan ukuran 30 sampai 40 mm x 20 sampai 25 mm, berbentuk berlapis-lapis dan segitiga, dengan tepi ujung yang berbentuk sisi datar dan bundar, sepanjang 3 sampai 4 cm, serta diameter melintang 10 mm. Sekelompok tangkai atau sebagian kelompok bunga jantan terdiri dari beberapa rumpun, mencapai panjang hingga 4 mm, permanen atau menyatu dengan pangkalnya; diameter melintang mikrosporofil mencapai 2 mm, dengan bagian ujung yang bundar. Kelompok bunga jantan berwarna hijau hingga hijau muda dan berubah menjadi cokelat saat matang dan melepaskan serbuk sari tidak bersayap dengan ukuran 20,16 sampai 50,4 mikron. Buah yang sudah matang dengan bentuk oval kerucut yang berdiameter 9 sampai 10,5 cm dan panjang 7,5 hingga 9,5 cm. Bentuk pelindung biji (braktea) berujung bundar dan menyerupai segitiga, dengan biji yang bersayap. Jumlah biji pada satu buah adalah 88 hingga 90 buah pada musim panen yang normal. Biji itu berbentuk seperti telur (ovoid) tetapi datar dengan satu sayap lateral. Ukuran biji sekitar 10 sampai 11 mm x 8 mm. Dalam 1 kilogram terdapat 4.000 sampai 5.000 biji.



Gambar 1. Morfologi Tanaman Damar

1, the appearance of the tree; 2, cabang kerucut jantan (a)

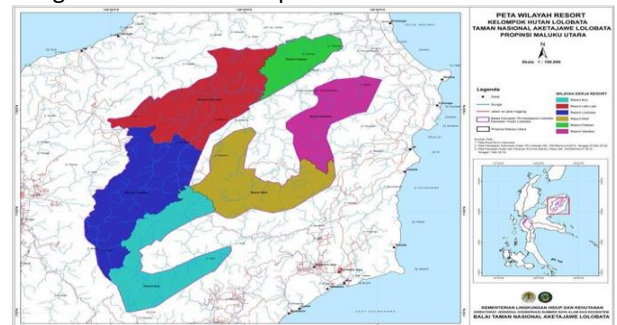
dan betina (b); 3, seed wings; 4, seeds; 5, sporophyll

Pohon damar, yang merupakan anggota keluarga konifer (Gymnospermae), adalah tanaman asli Indonesia yang dapat ditemukan di daerah seperti Kepulauan Maluku, Sulawesi, dan Filipina (Palawan dan Samar). Biasanya, spesies ini tumbuh di daerah dataran tinggi (300 sampai 1200 meter di atas permukaan laut) dengan kelembapan 3.000 hingga 4.000 mm/tahun dan suhu tahunan sekitar 25 hingga 30°C. Di daerah dataran rendah, pohon damar ditemukan di tanah berbatu seperti pasir podsolik (di hutan alang-alang), tanah ultramafik, tanah kapur, dan batuan sedimen.

Area sebaran alami pohon damar meliputi Papua Nugini, Britain Raya, Indonesia (Maluku, Sulawesi, Kalimantan, Sumatera, dan Papua), Filipina, dan Malaysia. Pohon damar dijadikan sebagai perkebunan hutan yang digunakan untuk penataan lahan dan restorasi di berbagai wilayah tempat ia secara alami ditemukan. Selain itu, pohon damar juga telah ditanam di Jawa. Pohon Damar memerlukan penyerapan yang baik dan berkembang pada kondisi tanah dengan pH 6,0 sampai dengan 6,5, dan resisten tinggi terhadap tanah berat dan faktor asam.

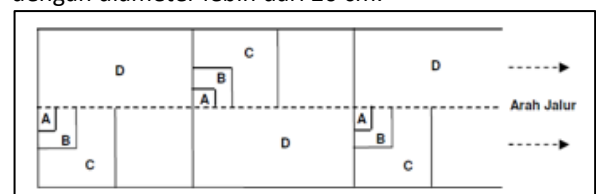
4.2. Perhitungan Nilai Manfaat Ekonomi Penyerapan Karbon dari Tanaman Damar

Merujuk pada Perdirjen KN Nomor 5 Tahun 2021, tahapan yang dilakukan mencakup pengumpulan data tentang jenis pohon damar yang dilengkapi dengan data diameter batang pohon. Penulis telah mengumpulkan data ini berdasarkan data primer yaitu analisis pertumbuhan pohon damar dari hasil korespondensi. Lokasi sampling berada pada kelompok hutan Sungai Onat (1050 mdpl) dan kelompok hutan Sungai Hategou (1050 mdpl) di SPTN Wilayah III Maba Resort Miaf. Resort Miaf memiliki luas hutan sekitar 15.000 ha dengan rincian terdiri dari zona inti 8.459 ha, zona rehabilitasi 380 ha, zona rimba 5.430 ha, dan zona pemanfaatan 1.210 ha. Area Resort Miaf ditunjukkan dengan warna emas tua pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Peta Area Resort Miaf

Balai Taman Nasional Aketajawe Lolobata melaporkan bahwa analisis vegetasi dilakukan dengan menggunakan metode sampling dengan plot garis berukuran 20 x 20 m, dan desain plot analisis vegetasi menggunakan metode strip, seperti terlihat pada Gambar 3. Istilah "pohon" pada habitat *Agathis* sp. mengacu pada tanaman yang memiliki kayu besar, tinggi, dan memiliki satu batang atau tangkai utama dengan diameter lebih dari 20 cm.



Gambar 3. Desain Plot Analisis

Keterangan:

- A: 2 x 2 m (level semai)
B: 5 x 5 m (level pancang)
C: 10 x 10 m (level tiang)
D: 20 x 20 m (level pohon)

Setelah melakukan analisis pertumbuhan terhadap pertumbuhan pohon, ditemukan bahwa terdapat 12 pohon individu damar. Selanjutnya, untuk menghitung nilai kerapatan massa tumbuhan, jumlah individu pohon dibagi dengan luasan area per hektar. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai kerapatan massa sebesar 6 individu pohon per hektar. Dilakukan benchmarking dengan hasil inventarisasi yang dilakukan oleh tim internal Balai Taman Nasional Aketajawe Lolobata pada tahun 2009 untuk jenis tanaman damar di Bukit Durian. Tujuannya adalah untuk mengetahui rata-rata nilai diameter dan rata-rata tinggi tanaman damar.

Tabel 2. Rata-rata Diameter dan Tegakan Tanaman Damar

No.	Type	D (cm)	Height (m)	Volume
1	<i>Agathis</i>	73,9	35	15,0183275
2	<i>Agathis</i>	70,4	35	13,62944
3	<i>Agathis</i>	89,2	35	21,88076
4	<i>Agathis</i>	73,9	34	14,5892324
5	<i>Agathis</i>	105	30	25,9875
6	<i>Agathis</i>	29,6	24	1,65218743
7	<i>Agathis</i>	24,2	21	0,966306
8	<i>Agathis</i>	20,4	23	0,75206057
	average	60,825	29,625	8,61166731

Langkah selanjutnya, sesuai dengan Perdriren KN Nomor 5 Tahun 2021 tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kekayaan yang Dikuasai Negara berupa Sumber Daya Alam. Dalam melakukan penghitungan karbon, terlebih dahulu dilakukan pengukuran dan perhitungan biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, nekromas, serasah dan tanah.

Dari data sumber Falson (2021) diperoleh bahwa pengukuran biomassa khusus untuk jenis tanaman damar sebesar 10,98 ton/Ha dan total nilai potensi karbon 4,94 ton/Ha. Melengkapi penelitian sebelumnya, dengan adanya Perdriren KN Nomor 5 Tahun 2021, dapat dilakukan pengukuran secara lebih komprehensif pada bagian lain dari tanaman damar, dengan menghitung nilai potensi karbon untuk biomassa bawah permukaan berupa akar vegetasi dengan rumus sebagai berikut:

$$Bbp = Bap \times NAP$$

dimana:

Bbp: Biomassa bawah permukaan (kg)

Bap: Biomassa atas permukaan (kg)

NAP: Nisbah Akar Pucuk

Untuk lokasi tanaman yang berada di wilayah Maluku Utara, daerah tersebut merupakan tipe hutan

hujan tropis. Pada tipologi daerah tersebut, besaran Nisbah Angka Pucuk sebesar 0,37.

Selanjutnya dilakukan perhitungan karbon akar pohon dengan formula berikut:

$$Cbp = Bbp \times \%c$$

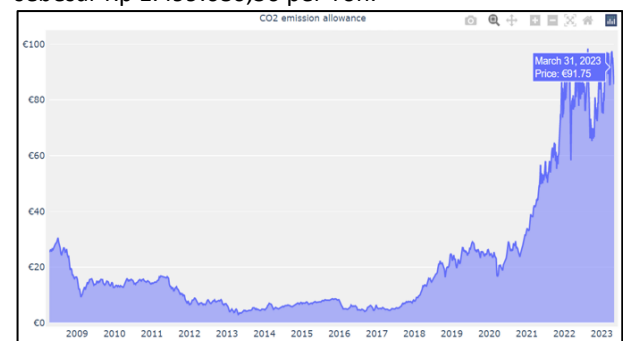
dimana:

Cbp: Cadangan karbon bawah permukaan (kg)

Bbp: Biomassa bawah permukaan (kg)

%c : Persentase jumlah karbon, umumnya 0,47 atau menggunakan nilai persentase karbon dari hasil pengukuran di laboratorium

Langkah akhir untuk menentukan nilai ekonomi karbon adalah dengan mengalikan harga pasar karbon dengan jumlah cadangan karbon yang telah dihitung sebelumnya. Penentuan harga pasar karbon, diperoleh berdasarkan info harga pada media internasional resmi yang melakukan penelitian terhadap carbon trading. Sejak pertengahan tahun 2021 hingga triwulan I 2023 terlihat peningkatan harga karbon secara signifikan sebagaimana terlihat pada gambar 4. Pada simulasi perhitungan nilai ekonomi karbon untuk periode hingga 31 Maret 2023, dilakukan konversi dari mata uang Euro ke rupiah dengan nilai kurs tengah (1 EUR = Rp16.345,29) pada penutupan perdagangan pada tanggal tersebut, sehingga diperoleh nilai karbon sebesar Rp 1.499.680,36 per Ton.



Gambar 4. EUA Carbon Market Price

Sumber: Sandbag Smarter Climate Policy,

<https://sandbag.be/index.php/carbon-price-viewer/>

Selanjutnya, hasil simulasi nilai manfaat karbon untuk tanaman *Agathis* sp. di Resort Miaf dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Manfaat Karbon

No	Biomassa	Kerapatan (batang/ha)	Biomassa (Ton)	Biomassa (ton/Ha)	Karbon (ton/Ha)	Nilai Karbon/Ha	Total Nilai Karbon (Rupiah)
1	Atas permukaan	6,00	1,83	10,98	4,94	7.411.570,35	114.721.325.715,30
2	Bawah Permukaan	6,00	0,68	4,06	1,83	2.742.281,03	42.446.890.514,66
				Total Nilai Karbon untuk luas area keseluruhan 15.479 Ha (Rupiah)			157.168.216.229,96

4.3. Manfaat Serapan Karbon Bagi Perekonomian

Manfaat karbon dalam mendukung perekonomian dapat dirasakan melalui program pengurangan emisi karbon, yang memungkinkan pemerintah dan perusahaan untuk menghasilkan kredit karbon yang dapat dijual di pasar karbon. Dalam konteks ini, simpanan karbon tanaman damar di Resort Miaf dapat menjadi sumber pendapatan yang potensial bagi masyarakat setempat. Dengan mengetahui nilai manfaat ekonomi karbon yang dihasilkan oleh hutan tanaman damar tersebut, masyarakat dapat memanfaatkannya sebagai sumber pendapatan tambahan yang berkelanjutan. Selain itu, pemanfaatan sumber daya hutan secara berkelanjutan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan memperbaiki kondisi lingkungan, yang pada akhirnya dapat memperkuat perekonomian lokal secara keseluruhan.

Implementasi atas sajian nilai ekonomi karbon atas kekayaan yang dikuasai Negara yang dihasilkan ini adalah pada aspek pembiayaan, salah satunya melalui green sukuk. Karina (2019) mendefinisikan Green Sukuk adalah Idea investasi syariah yang diterbitkan untuk mendanai proyek energi bersih dan terbarukan yang bertujuan untuk melestarikan aset lingkungan dan sumber daya alam yang dimiliki. Instrumen keuangan ini memiliki potensi untuk menyokong pembangunan ekonomi berkelanjutan. Semua pendapatan dari penerbitan Green Sukuk ini akan dialokasikan untuk membiayai proyek-proyek hijau (*eligible green projects*) yang mendukung pengurangan emisi karbon dan ketahanan terhadap perubahan iklim, keanekaragaman hayati, transportasi berkelanjutan dengan pendekatan yang lebih ramah lingkungan, pertanian hijau, dan pariwisata berkelanjutan.

Surat berharga syariah atau sukuk diterbitkan dengan *underlying asset* berupa sejumlah aset tertentu yang akan menjadi objek perjanjian. Aset yang menjadi objek perjanjian harus memiliki nilai ekonomis dan dapat berupa aset berwujud atau tidak berwujud, termasuk proyek yang akan atau sedang dibangun. *Underlying asset* merupakan salah satu aspek utama yang membedakan penerbitan surat berharga syariah dengan sukuk. Jika tidak ada *underlying asset*, surat berharga yang diterbitkan hanya memiliki sifat sebagai instrumen utang karena tidak ada transaksi yang mendasari penerbitan sukuk tersebut. Hal tersebut sesuai dengan Undang-undang Nomor 19 tahun 2008 tentang Surat Berharga Syariah Negara dan Peraturan Menteri Keuangan Nomor 205/PMK.08/2017 tentang Penggunaan Barang Milik Negara (BMN) Sebagai Dasar Penerbitan Surat Berharga Syariah Negara. Dalam hal pengelolaan iklim, sumber daya alam kehutanan merupakan aset yang dimiliki oleh Negara dan besaran penyerapan karbon yang dihasilkan bisa mencerminkan peran Negara dalam pengelolaan sumber daya kehutanan. Penyerapan karbon yang

dihasilkan dapat menjadi aset dasar (*underlying asset*) yang membantu memajukan perekonomian.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat dikemukakan simpulan sebagai berikut:

1. Pada tanaman damar di Resort Miaf di Taman Nasional Aketajawe Lolobata, nilai perkiraan penyerapan karbon adalah Rp157.168.216.230 untuk 1 (satu) spesies tanaman. Perhitungan yang lebih komprehensif mengonfirmasi bahwa stok karbon di kawasan konservasi tersebut lebih tinggi, dikarenakan adanya variasi tanaman dan pertumbuhan tanaman lain yang berpotensi menyerap lebih banyak karbon.
2. Pembiayaan perubahan iklim tidak bisa diatasi semata-mata dengan mengandalkan pendanaan dari sektor publik melalui mekanisme anggaran negara, sehingga diperlukan mekanisme pembiayaan lainnya untuk mendukung anggaran negara dalam program pembangunan yang akan menimbulkan efek multiplier dalam keberlanjutan pembangunan nasional.

6. IMPLIKASI DAN KETERBATASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa potensi serapan karbon memiliki nilai manfaat yang cukup besar dan dapat menjadi salah satu cara untuk pembiayaan secara *green economy*. Hal ini mengandung implikasi agar kedepannya dapat diterapkan keterlibatan pengelolaan sumber daya alam kehutanan melalui kerjasama antara pengelola aset negara dengan Kementerian sektoral terkait sehingga diharapkan dapat tersaji data penyerapan karbon yang lebih akurat dalam mengestimasi nilai ekonomi karbon yang secara strategis mendukung program ekonomi dan pembangunan keberlanjutan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Aketajawe Lolobata National Park Management Zone 2017 North Maluku Province. 2017
- Auffhammer, M. 2019. The (Economic) Impacts of Climate Change: Some Implications for Asian Economies. ADBI Working Paper 1051. Tokyo: Asian Development Bank Institute. Available: <https://www.adb.org/publications/economic-impacts-climate-change-implications-asian-economies>
- BKF. 2019. Public Financing for Indonesia's Climate Change Control 2016-2018. BPS. 2020. North Maluku Province in Figures.
- Decree of the Minister of Finance Number 779/KMK.05/2019 concerning the Environmental Fund Management Agency at the Ministry of

- Finance as a Government Agency that Implements the BLU Financial management pattern.
- Directorate General of Climate Change Control. 2017. NDC (Nationally Determined Contribution) Implementation Strategy Book, Ministry of Environment and Forestry.
- Financial Memorandum and Draft State Budget for Fiscal Year 2022.
- Fujii, T. 2016. Climate Change and Vulnerability to Poverty: An Empirical Investigation in Rural Indonesia. ADBI Working Paper 622. Tokyo: Asian Development Bank Institute.
Available:
<https://www.adb.org/publications/climate-change-vulnerability-poverty-indonesia>
- Falson, Jerri. 2021. Sumber Daya Alam Kehutanan Sebagai Penopang Serapan Karbon Dan Perekonomian Studi Kasus Tanaman Agathis Sp. Pada Resort Miaf Di Taman Nasional Aketajawe Lolobata. Media Oppini Volume I. Direktorat Penilaian DJKN. Kementerian Keuangan <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/> accessed on 8 August 2021
- Government Regulation No. 46/2017 on Environmental Economic Instruments.
- Irama, AB. 2020. Carbon Trading in Indonesia: Institutional and State Financial Assessment. Info Artha
- Karina, LA. 2019. Opportunities and Challenges of Green Sukuk Development in Indonesia. Conference on Islamic Management Accounting and Economics Vol 2 pp. 259-265.
- Khabibi, A., & Safitra, D. A. (2020). Sampah Padat, Emisi Gas Karbondioksida, dan Produk Domestik Bruto. Jurnal Reformasi Administrasi: Jurnal Ilmiah untuk Mewujudkan Masyarakat Madani, 7(1), 9-16.
- Law No. 19 of 2008 on Government Sharia Securities
- Ministry of Finance. 2020. Central Government Financial Statements (Audited).
- Minister of Finance Regulation Number 205/PMK.08/2017 concerning the Use of State Property as the Basis for Issuing State Sharia Securities.
- Presidential Regulation number 77 of 2018 on the Management of Government Environmental Funds.
- Regulation of the Director General of State Assets Number 5 of 2021 concerning Guidelines for the Valuation of State-controlled Assets in the Form of Natural Resources.
- Report on the Habitat Identification of Agathis sp. in Aketajawe Lolobata National Park. 2010.
- Technical Report on Agathis Habitat Identification in Aketajawe Lolobata National Park. 2012.
- Uthbah Z, Sudiana E, Yani E. 2017. Analysis of Biomass and Carbon Reserves at Various Ages of Damar (Agathis Dammara (Lamb.) Rich) Stands in KPH Banyumas Timur. Scripta Biologica Vol.4 (2).
- Wardana, A. B., Indriastuti, M., & Safitra, D. A. (2022). Indonesian Carbon Tax: How Newborn Learn to Jump into The Next Step?. Jurnal Akuntansi dan Keuangan, 24(1), 34-45.
- Wibowo A, Ginoga K, Nurfatriani F, Indartik, Dwiprabowo H, Ekawati S, Krisnawati H, Siregar A. 2010. REDD+ & Forest Governance. Centre for Socio-Economic Research and Forestry Policy, Balitbang Kehutanan Campus.

LAMPIRAN

Hasil Perhitungan Nilai Manfaat Karbon

Biomassa	D (cm)	Height (m)	Vol. (m3)	Kerapatan (batang/ha)	Total potensial (m3/ha)	Biomassa (kg)	Biomassa (Ton)	Biomassa (Ton/Ha)	Nilai Karbon (Rupiah/Ha)	Nilai Karbon (Rupiah)
Atas Permukaan	60,825	29,625	8,61	6	51,67	1830,40	1,83	10,98	7.411.570	114.721.325.715
Bawah Permukaan				6		1830,40	0,68	4,06	2.742.281	42.446.890.515
Total Nilai Karbon untuk area seluas 15.479 Ha						157.168.216.230				