

URGENSI KEBIJAKAN PERLINDUNGAN AREAL HCV SEBAGAI STRATEGI MITIGASI PERUBAHAN IKLIM PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Muhammad Ridwan¹, Dodik Ridho Nurrochmat^{2*}, Handian Purwawangsa²

¹ Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB University, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

² Laboratorium Kebijakan Hutan, Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB University, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

*Email: dnurrochmat@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Areal *High Conservation Value* (HCV) pada perkebunan kelapa sawit terancam dikonversi menjadi penggunaan lain. Tanpa adanya insentif maka kelestarian areal berhutan di tengah perkebunan kelapa sawit terancam hilang. Untuk itu dibutuhkan strategi yang tepat karena keberadaan areal HCV tidak hanya berguna untuk mempertahankan keanekaragaman hayati tapi dapat mempertahankan penyimpanan emisi CO₂e. Pemerintah berkepentingan untuk menjaga kelestarian areal HCV dengan cara menjadikannya sebagai bagian aksi mitigasi perubahan iklim. Dengan adanya kebijakan dari pemerintah menjadikannya sebagai bagian aksi mitigasi maka akan ada upaya sistematis untuk mempertahankannya. Deforestasi periode 2006-2022 pada areal studi sebesar 199,68 ha atau 12,48 ha/tahun. Emisi pada hutan sekunder periode 2006-2022 sekitar 66.313,22 ton CO₂e. Referensi emisi CO₂e sekitar 4.144,58 ton/tahun atau 1,31%/tahun. Berdasarkan temuan ini, terlihat adanya kehilangan areal HCV secara bertahap dan akan terus terjadi pada waktu mendatang apabila tidak ada dukungan kebijakan pemerintah.

Kata kunci: Deforestasi, HCV, pengurangan emisi, referensi emisi

THE URGENCY OF THE HCV AREA PROTECTION POLICY AS A CLIMATE CHANGE MITIGATION STRATEGY IN PALM OIL PLANTATIONS

ABSTRACT

High Conservation Value (HCV) areas in oil palm plantations are vulnerable to conversion to other uses. Without incentives, the sustainability of forested regions within oil palm plantations is at risk of being compromised. For this reason, a suitable strategy is necessary, as the presence of HCV areas not only helps maintain biodiversity but also contributes to reducing CO₂e emissions. The government has an interest in preserving HCV areas by incorporating them into climate change mitigation actions. With the government's policy making it part of the mitigation action, there will be systematic efforts to maintain it. Deforestation in the study area from 2006 to 2022 was 199.68 ha, or 12.48 ha/year. Emissions in secondary forests for the 2006-2022 period were around 66,313.22 tons of CO₂e. Reference CO₂e emissions are approximately 4,144.58 tons/year, corresponding to a 1.31% annual increase. From these findings, it appears that HCV area loss is gradual and will continue to occur in the future if there is no government policy support

Keywords: deforestation, HCV, emission reduction, emission reference

PERNYATAAN KUNCI

- Pada wilayah studi, deforestasi terjadi terus-menerus pada areal studi HCV periode 2006-2022 yaitu sebesar 199,68 ha atau 12,48 ha/tahun.
- Sudah terjadi kehilangan penyimpanan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada hutan sekunder periode 2006-2022 sebesar 66.313,22 ton CO₂e.
- Referensi emisi CO₂e pada lokasi studi sebesar 4.144,58 ton/tahun atau 1,31%/tahun.
- Perusahaan kesulitan mempertahankan areal HCV tetap dalam kondisi berhutan berbasis analisis periode referensi tahun 2006-2022 dan pada waktu yang akan datang akan terus terjadi deforestasi apabila tidak ada kebijakan pemerintah yang mendukung.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Pemerintah perlu menetapkan areal HCV sebagai salah satu strategi aksi mitigasi perubahan iklim untuk perusahaan perkebunan kelapa sawit sebagai upaya mempertahankan areal HCV dari ancaman deforestasi. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam menjaga areal HCV. Kementerian Pertanian atau Kehutanan membuat kebijakan bahwa upaya mempertahankan areal HCV pada perkebunan kelapa sawit memenuhi kriteria *additionality*. Konteks *additionality* terpenuhi apabila kehilangan emisi pada waktu mendatang lebih rendah dari periode referensi emisi.

Kementerian Pertanian menjadikan aksi mitigasi HCV sebagai bagian strategi untuk mendukung pencapaian target *Nationally Determined Contribution* (NDC) Indonesia. Dengan demikian ada keterikatan setiap Perusahaan dengan target NDC nasional. Kementerian Pertanian atau Kehutanan menjadikan areal HCV sebagai salah satu Upaya mitigasi hilangnya biodiversitas dan menjaga ekosistem pada Perkebunan kelapa sawit. Keberhasilan aksi mitigasi pada areal HCV akan dapat mempertahankan kondisi ekologi lingkungan pada perusahaan dan pada skala nasional akan tetap menjamin kelestarian keanekaragaman hayati Indonesia.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan ancaman ekologis serius yang telah, sedang, dan akan

berdampak buruk pada produksi kelapa sawit (Abubakar *et al.* 2021) dan salah satunya disebabkan oleh deforestasi. Deforestasi di Indonesia terjadi di dalam kawasan hutan dan di luar kawasan hutan. Menurut Adame *et al.* (2024) dan Oktoyoki *et al.* (2016), untuk mencegah terjadinya deforestasi dan degradasi hutan, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, LSM, masyarakat lokal dan ilmuwan. Teimoory *et al.* (2022) dan Nurrochmat dan Abdulah (2017) menyebutkan untuk memperoleh manfaat pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan (REDD+), diperlukan pedoman dalam melaksanakan tindakan mitigasi untuk mengurangi deforestasi.

Untuk mengurangi emisi GRK dan pencegahan deforestasi, Indonesia telah menetapkan komitmen penurunan emisi melalui dokumen *Enhanced Nationally Determined Contribution* (NDC), 2022 yang menargetkan penurunan emisi sebesar 31,89% dengan kemampuan dalam negeri dan 43,20% apabila ada dukungan internasional pada tahun 2030. Salah satu sektor kunci dalam pencapaian target ini adalah sektor kehutanan dan lahan, termasuk lahan perkebunan kelapa sawit. Perusahaan perkebunan kelapa sawit dapat berperan aktif dalam mendukung pencapaian NDC Indonesia melalui berbagai aksi mitigasi berbasis lahan. Salah satu aksi mitigasi yang bisa dilakukan seperti perlindungan dan pengelolaan areal HCV yang dapat mencegah deforestasi, menjaga stok karbon tinggi, dan mengurangi deforestasi. Menurut Khasanova *et al.* (2021) dan Nurrochmat dan Abdulah (2014), sektor kehutanan harus dikembangkan dalam upaya pelestarian hutan bernilai konservasi tinggi. Mijiarto *et al.* (2023), menyebutkan perusahaan perkebunan kelapa sawit dapat berkontribusi terhadap konservasi keanekaragaman hayati.

Meskipun sebagian besar aksi mitigasi dilakukan dalam skala perusahaan, kontribusi terhadap target NDC tetap relevan, terutama jika diintegrasikan ke dalam kerangka *Measurement, Reporting and Verification* (MRV) yang diakui pemerintah. Saat ini, melalui Sistem Registri Nasional (SRN), perusahaan diberi ruang untuk mendaftarkan kegiatan mitigasi dimasukkan ke dalam SRN.

Menurut Nabila *et al.* (2023), luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 14,7 juta ha. Dalam dokumen BPS (2022) disebutkan luas perkebunan kelapa sawit di

Indonesia terus mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2002, total luas perkebunan kelapa sawit tercatat sekitar 5,06 juta ha. Jumlah ini meningkat menjadi 6,85 juta ha pada tahun 2007, kemudian 10,13 juta ha pada tahun 2012, dan 12,38 juta ha pada tahun 2017. Hingga tahun 2022, luasnya telah mencapai 15,33 juta ha. Pertumbuhan yang pesat ini mencerminkan tingginya permintaan terhadap komoditas kelapa sawit, namun sekaligus menimbulkan tantangan serius dalam aspek keberlanjutan dan perlindungan lingkungan.

Sebagai bagian dari kewajiban dalam menerapkan praktik berkelanjutan, perusahaan perkebunan kelapa sawit di Indonesia dituntut untuk menetapkan dan melindungi areal HCV. Penetapan areal HCV ini bertujuan untuk mempertahankan fungsi ekologis penting, termasuk keanekaragaman hayati, jasa lingkungan, serta nilai sosial dan budaya yang melekat pada kawasan tertentu. Penerapan prinsip-prinsip HCV sangat penting bagi perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan di Kalimantan Tengah (Nasution *et al.* 2023). Dalam riset Nurjannah dan Kwatrina (2023) menyimpulkan bahwa keberadaan kawasan HCV pada perkebunan kelapa sawit sangat penting dalam menjaga keberagaman spesies tumbuhan dan satwa di dalam dan di sekitar perkebunan kelapa sawit.

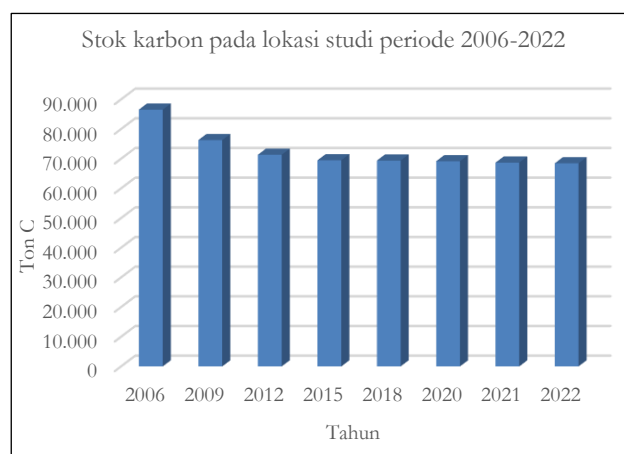
Dalam banyak kasus, perusahaan mengalami kesulitan untuk mempertahankan areal HCV dari konversi oleh pihak luar karena potensi konflik yang dapat muncul. Intervensi langsung oleh perusahaan untuk melarang akses atau penggunaan lahan oleh masyarakat sekitar sering dianggap sebagai bentuk penguasaan sepihak atas lahan, sehingga memicu konflik sosial. Akibatnya, perusahaan berada dalam dilema antara memenuhi komitmen konservasi dan menjaga stabilitas sosial di sekitar areal operasional. Penurunan luasan dan kualitas areal HCV yang terjadi selama satu dekade terakhir berimplikasi terhadap hilangnya cadangan karbon. Kehilangan ini dapat diukur dan diestimasi dengan membandingkan stok karbon dalam periode referensi, yaitu 10 atau 14 tahun sebelumnya, sesuai dengan pendekatan *Forest Reference Emission Level* (FREL), MoEF (2016) dan FRL (2022).

Kajian terhadap perubahan simpanan emisi pada periode referensi tersebut dapat menjadi dasar untuk memproyeksikan skenario emisi di masa depan, seperti hingga tahun 2030 atau bahkan 2050. Proyeksi ini akan sangat bermanfaat

dalam merancang strategi aksi mitigasi jangka panjang yang terukur, serta mendukung pencapaian NDC. Permasalahan yang ditemukan dalam konteks aksi mitigasi, belum jelas apakah areal HCV dapat dimasukkan sebagai aksi mitigasi atau sekedar kewajiban saja. Dukungan kebijakan dari pemerintah sangat penting untuk menjaga kelestarian areal HCV.

SITUASI TERKINI

Kondisi stok karbon pada areal studi pada periode 2006–2022 terus mengalami penurunan yang signifikan. Pada tahun 2006 simpanan karbon pada areal studi HCV sekitar 86,544.86 ton karbon dan pada tahun 2022 turun menjadi 68,459.43 ton karbon. Kondisi ini apabila tidak ada dukungan kebijakan dari pemerintah maka hutan sekunder pada waktu sekitar 60 tahun akan hilang. Kebijakan yang penting untuk dilakukan yaitu menjadikan areal HCV pada areal perusahaan perkebunan kelapa sawit sebagai strategi aksi mitigasi perubahan iklim (Gambar 1).



Gambar 1. Potensi Stok Karbon Pada Areal Perusahaan yang terus Menurun Periode 2006-2022

Implikasi dari strategi ini adalah diizinkan perusahaan perkebunan kelapa sawit untuk mendaftarkan kegiatan HCV sebagai aksi mitigasi perubahan iklim pada SRN. Dengan demikian ada peluang insentif perdagangan karbon oleh Perusahaan yang dapat digunakan sebagai tambahan pendanaan untuk menjaga areal HCV. Dengan demikian hasil dari perdagangan karbon bisa dikembalikan pada lahan untuk menjaga hutan sekunder dan menjaga kelangsungan keanekaragaman hayati pada kabupaten dan provinsi setempat.

Berdasarkan Petunjuk Teknis Penerbitan dan Penggunaan Sertifikat Penurunan Emisi Indonesia dari Kementerian Kehutanan dan

Lingkungan Hidup tahun 2023 disebutkan bahwa salah satu syarat aksi mitigasi memiliki ketertambahan (*additionality*) apabila bukan dilaksanakan karena adanya kewajiban akibat kebijakan Pemerintah Indonesia. Hal ini menimbulkan banyak tafsir dan menganggap areal HCV tidak bisa dijadikan aksi mitigasi perubahan iklim. Pada saat bersamaan areal HCV mendapatkan gangguan perambahan yang dilakukan terus menerus karena dianggap sebagai areal terlantar.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan secara ilmiah, dari data primer dengan menganalisis perubahan tutupan lahan, referensi emisi dan kebijakan yang ada sampai saat ini terkait areal HCV. Lokasi penelitian dilakukan pada PT Mitra Mendawai Sejati, di Provinsi Kalimantan Tengah. Pemilihan lokasi karena kesediaan perusahaan untuk dijadikan area studi untuk menganalisis perubahan tutupan lahan pada areal HCV yang dikaitkan dengan kebijakan isu perubahan iklim di Indonesia. Perusahaan ini cukup terbuka dan tidak semua perusahaan bersedia menjadikan areal studi HCV untuk isu perubahan iklim.

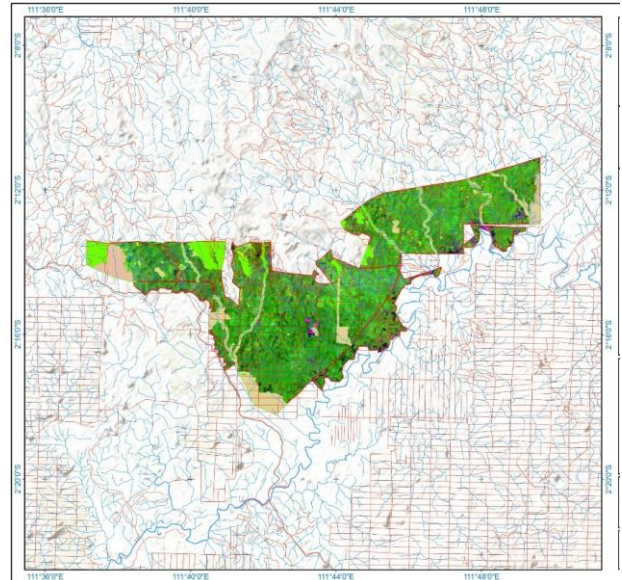
Lokasi Studi dan Waktu Studi

Lokasi studi pada PT Mitra Mandawai Sejati (MSS) di Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah yang mempunyai luas HGU sebesar 10.036,14 ha, di dalamnya terdapat areal HCV seluas 1.361,64 ha. Kegiatan studi dilakukan pada areal bervegetasi di dalam areal HCV Perusahaan (Gambar 2). Areal tersebut terbagi ke dalam beberapa tipe tutupan lahan seperti hutan sekunder kerapatan tinggi, hutan sekunder kerapatan jarang, semak belukar, perkebunan, tanah terbuka, dan tubuh air. Waktu studi dilakukan pada Bulan Oktober-Desember 2024.

Pembuatan Plot

Langkah pertama dalam pendugaan stok biomassa dan karbon hutan adalah menentukan jumlah plot contoh. Penentuan jumlah sampel plot menjadi dasar penting terhadap kualitas data yang ditampilkan dalam sebuah riset karbon. Penentuan sampel plot dalam riset ini menggunakan *stratified systematic sampling with random start*. Dalam penentuan jumlah sampel plot, sebelum ke lapangan dilakukan klasifikasi tutupan lahan berdasarkan citra satelit. Dalam *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) klasifikasi lahan terdiri dari 6 kelas tutupan lahan.

Untuk Indonesia pada dokumen *Forest Level* (FRL) tahun 2022 klasifikasi lahan didetailkan menjadi 23 kelas. Untuk klasifikasi pada lokasi unit manajemen bisa dibuat lebih detail seperti hutan sekunder dibagi menjadi hutan sekunder rapat dan hutan sekunder jarang, tetapi tetap mengacu pada klasifikasi yang ada pada sistem nasional.



Gambar 2. Peta Lokasi Kegiatan Penghitungan Karbon PT. MSS

Penentuan jumlah sampel plot dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan *pre-assessment inventory*. Berdasarkan hasil *pre-assessment inventory* ini, selanjutnya digunakan *confidence level* 90% dan *level of error* 10% untuk mengetahui jumlah sampel plot yang diperlukan sesuai dengan *internasional standard*. Formula yang digunakan adalah rumus yang disarankan oleh the *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Rumus pada AR-AM0003, 2006; AM0004, 2006 dan AM0007, 2006 sebagai berikut:

$$n = \frac{\left[\sum_{i=1}^{m_{sp}} N_i \cdot st_i - \sqrt{C_i} \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^{m_{sp}} N_i \cdot st_i \cdot \frac{1}{\sqrt{C_i}} \right]}{\left(N \cdot \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + \sum_{i=1}^{m_{sp}} N_i \cdot (st_i)^2}$$

$$n_i = \frac{\sum_{i=1}^{m_{sp}} N_i \cdot st_i - \sqrt{C_i}}{\left(N \cdot \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + \sum_{i=1}^{m_{sp}} N_i \cdot (st_i)^2} \cdot \frac{N_i \cdot st_i}{\sqrt{C_i}}$$

$$N = \frac{A}{AP} \quad N_i = \frac{A_i}{AP} \quad E = Q \cdot p$$

Keterangan:

A = Total size of all strata, e.g., total project area; ha

Ai = Size of each stratum; ha

- AP = *Sample plot size; ha*
 St_i = *Standard deviation for each stratum i; dimensionless*
 C_i = *Cost of establishment of a sample plot for each stratum i; e.g., US\$*
 Q = *Approximate average value of estimate quantity Q (e.g., tree biomass; m³/ha)*
 p = *Desired level of precision (e.g., 10%); dimensionless*
 N = *Maximum possible number of plots in the project area*
 N_i = *Maximum possible number of plots in stratum i*
 E = *Allowable error*
 N = *Sample size – total number of sample plots required in the project area*
 n_i = *Sample size for stratum i*
 Z = *Value of the statistic z (normal probability density function), for α = 0,05 (implying a 95% confidence level)*

Langkah pertama dalam penentuan sampel plot adalah melakukan klasifikasi penutupan lahan di areal studi dengan analisis Citra Landsat-8 dan Sentinel-2 dan diselaraskan dengan data Informasi Geospasial Tematik (IGT) penutupan lahan yang bersumber dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Berdasarkan hasil pemetaan penutupan lahan, selanjutnya plot contoh ditentukan secara *random* mewakili masing-masing penutupan lahan. Dengan menggunakan plot lingkaran ukuran jari-jari 11,29 m (400 m²), dalam studi ini dibuat 21 plot *pre assessment* untuk empat kelas tutupan lahan (Gambar 2).

Plot tersebut mempunyai sub plot untuk pengambilan data pohon yang berdiameter > 20 cm (bagian D dengan jari-jari 11,29 m). Sub plot untuk tingkat tiang (diameter >10 sampai <20 cm, bagian C dengan jari-jari 5,64 m). Sub plot untuk tingkat pancang yang berdiameter antara (diameter >2 cm sampai < 10, bagian B dengan jari-jari 2,82 cm) dan sub-plot untuk semai dan tumbuhan bawah (tanaman berdiameter < 2 cm, bagian A dengan jari-jari 1,13 m) (Gambar 3).

Penghitungan Stok Karbon dan Emisi

Penghitungan biomassa serasah, semai, dan tumbuhan bawah dilakukan di laboratorium dengan parameter berat kering tanur yang sesuai dengan SNI 7724:2019. Parameter AGB yang lain yang diukur ada pada fase pancang, tiang, dan pohon juga sesuai dengan SNI 7724:2019. Data pengukuran pancang, tiang, dan pohon pada lahan kering seperti hutan sekunder, pertanian campur, semak belukar, dan semak belukar rawa kemudian

diolah menjadi nilai biomassa menggunakan rumus Ketterings *et al.* (2001):

$$B = 0,11 \rho D^{2,62}$$

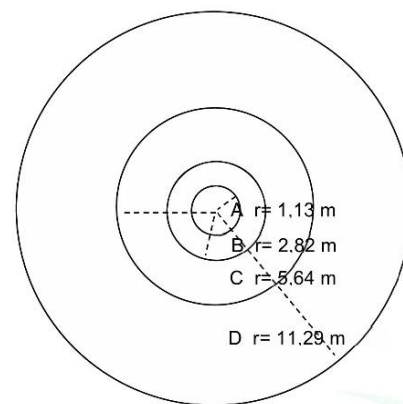
Keterangan:

B = Biomassa pohon (kg/plot)

p = Berat jenis kayu

D = Diameter pohon (diukur 1,3 m dari permukaan tanah)

Dalam SNI 7724:2019 disebutkan besaran persentase karbon dalam kayu, serasah dan kayu mati sebesar 47%. Untuk contoh perhitungan ini, persen karbon dalam kayu kita gunakan seperti yang disebutkan SNI 7724:2019 yaitu sebesar 47%. Penghitungan emisi diperoleh dari potensi karbon dikalikan dengan 44/12.



Gambar 3. Sketsa Plot Pengambilan Data Karbon Hutan sesuai SNI

Kebijakan HCV dalam Konteks Aksi Mitigasi

Kebijakan mengenai penghitungan referensi emisi mengacu kepada dokumen 2nd FRL tahun 2022, dengan periode referensi tahun 2006-2020. Dengan demikian untuk tahun-tahun yang akan datang, apabila ada para pihak yang akan membuat rencana kegiatan penurunan emisi perlu melakukan kajian referensi emisi sesuai dengan dokumen FRL. Dokumen kebijakan untuk menganalisis kelayakan dari *additionality* areal HCV masuk sebagai aksi mitigasi dianalisis melalui Peraturan Menteri Pertanian Nomor 38 tahun 2020 tentang ISPO. Konteks *additionality* merupakan hal krusial karena menentukan kelayakan suatu kegiatan masuk sebagai sebagai aksi mitigasi. Kebijakan teknis lain yang dianalisis adalah Skema Sertifikasi Pengurangan Emisi GRK Indonesia tahun 2023 dan Kerangka Metodologi: Perhitungan Pengurangan Emisi/Peningkatan Serapan Gas Rumah Kaca Sektor Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya (*Forestry and Other Land Use*) tahun 2023.

ANALISIS DATA DAN ALTERNATIF SOLUSI/PENANGANAN

Distribusi Plot

Data *pre-assessment* digunakan untuk mengetahui jumlah plot total yang akan diambil saat *main assessment*. Jumlah plot total yang dilakukan dalam penghitungan karbon PT. MMS berjumlah 73 plot dari syarat 53 plot (Tabel 1). Ini menunjukkan bahwa jumlah plot studi sudah memenuhi syarat jumlah plot dari SNI 7724 tahun 2019 dan IPCC *guideline*.

Stok Karbon Hutan Sekunder dan Faktor Emisi

Pada areal studi kondisinya adalah hutan sekunder. Untuk membuat studi lebih presisi, hutan sekunder pada studi ini dibagi menjadi dua yaitu hutan sekunder kerapatan tinggi dan hutan sekunder kerapatan jarang. Hutan sekunder yang diukur tingkat pancang, tiang dan pohon. Dari 38 plot studi nilai cadangan karbon di atas tanah atau AGB hutan sekunder lahan kering rapat cukup variatif. Nilai cadangan karbon ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kebutuhan Plot *Main Assessment* Areal Studi

No	Jenis Tutupan Lahan	Jumlah Plot <i>Pre Assessment</i>	Syarat Jumlah Plot <i>Main Assesment</i>	Total Plot
1	Hutan Sekunder Lahan Kering kerapatan tinggi	7	31	38
2	Hutan Sekunder Lahan Kering kerapatan Jarang	7	15	22
3	Semak Belukar Lahan Kering	6	7	13
Total				73

Tabel 21. Rekapitulasi Nilai AGB dalam Hutan Sekunder Lahan Kering Rapat Areal HCV

No.	Nomor Plot	Pancang (ton C/ha)	Tiang (ton C/ha)	Pohon (ton C/ha)	Total AGB (ton C/ha)
1	1	11,72	10,21	6,68	28,61
2	2	7,63	53,76	38,00	99,39
3	3	0,75	26,19	40,13	67,07
4	4	6,22	14,97	103,64	124,84
5	5	12,98	18,96	14,64	46,58
6	6	9,14	38,93	29,32	77,39
7	7	11,69	26,36	75,37	113,43
8	8	10,00	5,43	24,31	39,74
9	9	21,59	9,50	26,83	57,92
10	10	15,58	8,43	45,68	69,69
11	11	26,86	32,14	35,70	94,71
12	12	20,29	53,99	84,28	158,56
13	13	5,80	30,06	-	35,86
14	14	-	20,66	79,41	100,07
15	15	2,68	30,29	4,72	37,69
16	16	5,90	30,22	9,82	45,94
17	17	4,33	27,52	35,74	67,59
18	18	6,95	20,06	-	27,01
19	19	8,76	10,73	22,05	41,54
20	20	16,46	6,85	78,85	102,15
21	21	6,16	8,69	120,31	135,16
22	22	10,14	19,95	41,67	71,76
23	23	8,65	12,31	27,18	48,14
24	24	4,10	9,86	172,09	186,05
25	25	5,16	11,98	145,34	162,48
26	26	4,70	10,65	131,55	146,91
27	27	5,37	14,45	145,96	165,78
28	28	5,02	37,75	49,66	92,42

No.	Nomor Plot	Pancang (ton C/ha)	Tiang (ton C/ha)	Pohon (ton C/ha)	Total AGB (ton C/ha)
29	29	3,46	40,27	163,76	207,50
30	30	18,99	35,19	56,19	110,36
31	31	18,52	53,84	91,72	164,09
32	32	14,04	17,51	87,85	119,40
33	33	5,11	29,19	274,15	308,46
34	34	6,83	33,07	19,23	59,13
35	35	7,68	19,99	17,25	44,92
36	36	8,66	11,69	113,10	133,45
37	37	8,23	6,82	-	15,06
38	39	14,45	32,77	49,90	97,12
Rata-rata (ton C/ha)					97,47

Jumlah plot sampling hutan sekunder lahan kering kerapatan jarang areal HCV sebanyak 22 plot. Berdasarkan plot tersebut, nilai cadangan karbon di atas tanah atau AGB hutan sekunder lahan kering kerapatan jarang di areal HCV cukup variatif (Tabel 3). Menurut Karuru *et al.* (2021), stok karbon pada *above ground biomass*/di atas permukaan tanah (AGB) di areal berhutan sekitar 165,17 ton C/ha dan untuk *agroforestry* sekitar

57,13 ton C/ha. Menurut Raihan *et al.* (2021), stok karbon hutan di Malaysia berkisar antara 144-198 ton C/ha. Hasil studi dari Besar *et al.* (2020), stok karbon hutan sekitar 249,90 + 61,44 ton C/ha. Pada Lokasi studi stok karbon sekitar 90,57 ton C/ha menunjukkan kondisi hutan sudah terdegradasi dan rusak berat. Untuk itu kegiatan konservasi areal HCV sangat penting dilakukan.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai AGB dalam Hutan Sekunder Lahan Kering Jarang areal HCV

No.	Nomor Plot	Pancang (ton C/ha)	Tiang (ton C/ha)	Pohon (ton C/ha)	Total AGB (ton C/ha)
1	1	3,29	16,16	55,10	74,56
2	2	15,56	16,66	2,71	34,93
3	3	2,23	7,04	22,67	31,94
4	4	8,63	40,08	20,02	68,73
5	5	5,97	36,92	-	42,89
6	6	-	21,69	-	21,69
7	7	9,00	23,64	-	32,64
8	8	17,13	13,16	8,22	38,50
9	9	11,00	20,67	6,02	37,69
10	10	37,14	10,02	13,43	60,59
11	11	8,22	40,60	23,73	72,55
12	12	5,51	11,35	10,47	27,32
13	13	0,99	8,36	18,21	27,55
14	14	0,92	12,85	17,64	31,40
15	15	0,62	21,59	3,12	25,33
16	16	2,04	-	17,99	20,03
17	17	3,81	34,47	-	38,28
18	18	10,38	12,64	-	23,02
19	19	5,12	10,14	9,23	24,50
20	20	6,22	13,97	41,14	61,34
21	21	15,52	17,21	71,99	104,73
22	22	10,24	26,63	106,62	143,49
Rata-rata (ton C/ha)					47,44

Perubahan Tutupan Lahan

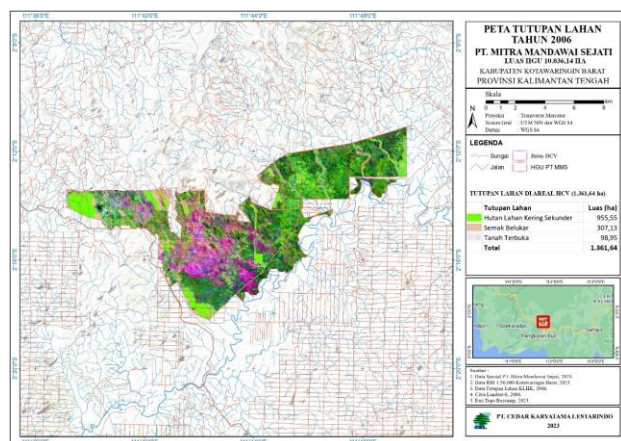
Perubahan tutupan lahan yang paling banyak dari hutan menjadi non hutan. Menurut Ferrante dan Mouysset (2024), untuk

mengendalikan deforestasi yang terus menerus, perlu menyelaraskan kepentingan dengan tindakan nyata. Sekitar 80% deforestasi dunia disebabkan oleh aktivitas pertanian (Kissinger *et*

al. 2018). Berdasarkan riset dari Vijay *et al.* (2016), menyebutkan bahwa deforestasi hutan tropis meningkatkan emisi karbon.

Analisis tutupan lahan atau FRL yang dilakukan di areal PT MMS dilakukan dalam periode tahun 2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2020, 2021, dan 2022 (Gambar 5–8). Pada tahap ini, dilakukan analisis secara spasial dengan menggunakan citra landsat 5-TM, landsat-8 OLI, dan sentinel 2A dan 2B untuk setiap tahun rujukannya.

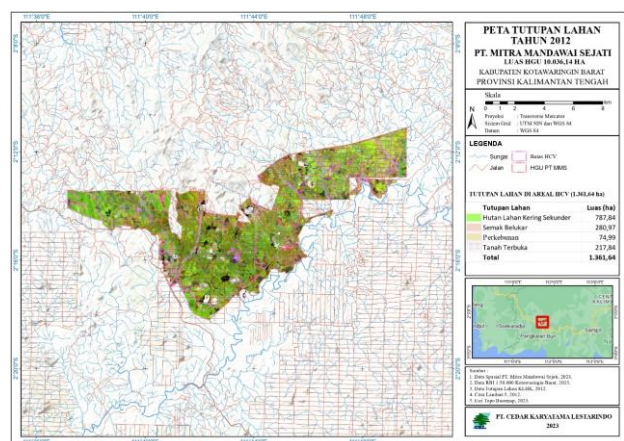
Pada tahun 2006 (Gambar 4), tutupan lahan PT MMS didominasi oleh hutan sekunder lahan kering, semak belukar, dan tanah terbuka. Hutan



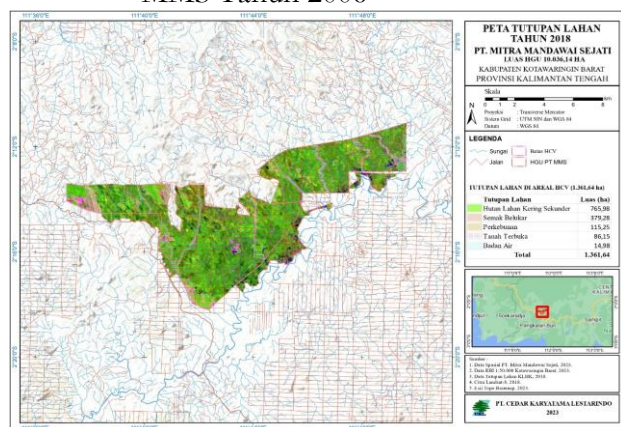
Gambar 4. Peta Penutupan Lahan HCV PT MMS Tahun 2006

sekunder lahan kering menjadi tutupan lahan yang paling dominan seluas 955,55 ha. Pada tahun 2009 terjadi penurunan pada hutan sekunder lahan kering. Sebaliknya, pada tahun ini luas tanah terbuka meningkat, sedangkan semak belukar mengalami penurunan namun tidak signifikan.

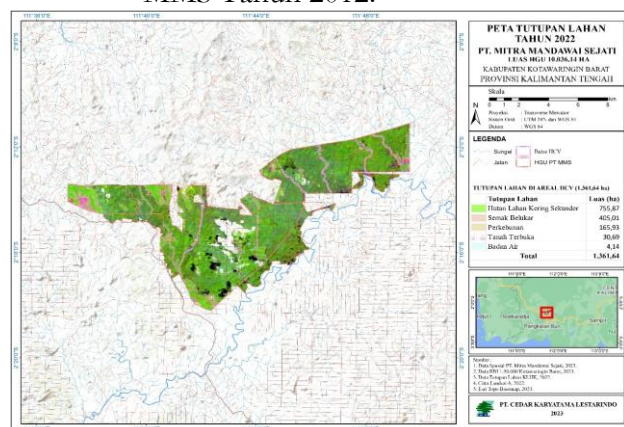
Pada tahun 2012, telah terjadi penurunan pada hutan sekunder lahan kering, sedangkan semak belukar dan tanah terbuka mengalami penurunan yang tidak signifikan (Gambar 5). Pada tahun 2018 (Gambar 6), terjadi penurunan pada hutan sekunder lahan kering. Penutupan lahan hutan sekunder terus menurun sekitar 5 ha dibanding tahun 2021 (Tabel 2 dan Gambar 7).



Gambar 5. Peta Penutupan Lahan HCV PT MMS Tahun 2012.



Gambar 6. Peta Penutupan Lahan HCV PT MMS Tahun 2018



Gambar 7. Peta Penutupan Lahan HCV PT MMS Tahun 2022

Analisis perubahan penutupan lahan ini berdasarkan informasi geospasial tematik (IGT KLHK) tentang LULC (*Land Use Land Cover*) di Indonesia yang setiap tahunnya terbaru dan di perdetil dengan analisis LUCA (*Land Use Change Analysis*) dari citra satelit Landsat 5-TM, Landsat 7-TM, Landsat 8-OLI, Sentinel 2A dan 2B. Setelah dilakukan analisis spasial, ringkasan kondisi luasan lahan lokasi studi dari tahun 2006 hingga 2022 mengalami penurunan penutupan lahan hutan lahan kering sekunder dan

peningkatan pada perkebunan seperti pada Tabel 4.

Referensi Emisi HCV

Berdasarkan hasil penghitungan serapan karbon aktual dan analisis perubahan tutupan lahan, dapat diketahui referensi emisi pada tutupan lahan areal HCV area studi. Faktor emisi untuk tutupan lahan hutan lahan kering sekunder rapat sebesar 97,47 ton C/ha dan hutan sekunder lahan kering jarang sebesar 47,44 ton C/ha, rata-rata faktor emisi hutan lahan kering sekunder

sebesar 90,57 ton C/ha. Sedangkan faktor emisi dari tutupan lahan semak belukar sebesar 3.24 ton/ha.

Hasil perhitungan pada lokasi studi, Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa telah terjadi kehilangan penyimpanan emisi pada hutan lahan kering sekunder dari tahun 2006 sampai dengan 2022 sebesar 66.313,22 ton CO₂-e (Gambar 8). Apabila tidak ada intervensi atau inovasi baru, maka pada

waktu yang akan datang semakin banyak penyimpanan emisi yang hilang. Selain itu flora dan fauna juga akan hilang. Menurut Hamdani *et al.* (2022), masyarakat yang pernah menangkap burung paruh bengkok yaitu 64%. Di Kalimantan Tengah, lahan yang dialokasikan untuk perkebunan kelapa sawit sebagian besar berasal dari bekas kawasan hutan. (Nurrochmat *et al.* 2020).

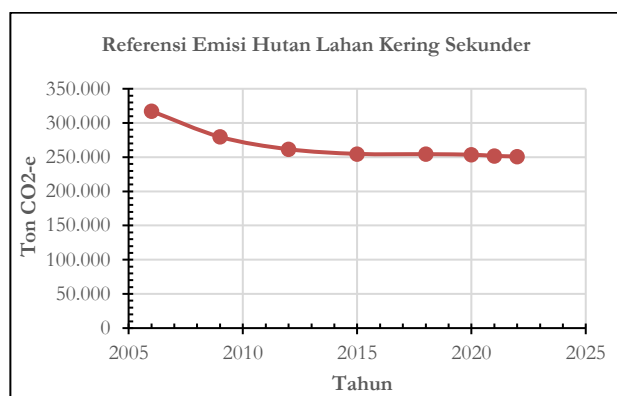
Tabel 4. LULC di Areal Studi HCV Periode Tahun 2006-2022

No.	Tutupan Lahan (ha)	Tahun							
		2006	2009	2012	2015	2018	2020	2021	2022
1	Hutan lahan kering sekunder	955,55	842,29	787,84	767,24	765,98	763,72	758,39	755,87
3	Semak belukar	307,13	299,44	280,97	382,37	379,28	420,96	363,60	405,01
4	Perkebunan	0,00	0,00	74,99	75,39	115,25	131,58	149,67	165,93
5	Tanah terbuka	98,95	219,90	217,84	136,64	86,15	34,14	76,78	30,69
6	Badan air	0,00	0,00	0,00	0,00	14,98	11,24	13,20	4,14
Total Luas (ha)		1.361,64	1.361,64	1.361,64	1.361,64	1.361,64	1.361,64	1.361,64	1.361,64

Sumber: diolah dari informasi geospasial tematik KLHK dan *Land Use Change Analysis (LUCA)* dari citra satelit Landsat 5-TM, Landsat 7-TM, Landsat 8-OLI, Sentinel 2A dan 2B

Potensi Aksi Mitigasi Perkebunan Kelapa Sawit

Menurut Muteya *et al.* (2024), deforestasi dapat berubah menjadi sabana, lahan pertanian, dan kawasan pemukiman, sehingga mengubah lanskap. Deforestasi di Indonesia terjadi di dalam kawasan hutan dan di luar Kawasan hutan (Rencana Strategis Tahun 2020–2024, KLHK). Dalam dokumen Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022), disebutkan deforestasi terjadi di hutan konservasi, hutan lindung, hutan produksi dan di luar kawasan hutan.



Gambar 8. Referensi Emisi Hutan Lahan Kering Sekunder dalam ton CO₂-e

Berdasarkan analisis referensi emisi periode 2006–2022, pada lokasi studi terjadi deforestasi sebesar 1,13%/tahun. Berdasarkan data analisis citra satelit, perubahan lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit oleh pihak di luar perusahaan. Apabila tidak ada perbaikan

manajemen dan kebijakan baru, maka pada waktu yang akan datang lahan hutan akan terus berubah menjadi perkebunan kelapa sawit.

Pada dokumen Skema Sertifikasi Pengurangan Emisi GRK Indonesia atau Skema SPEI tahun 2023, disebutkan aksi mitigasi memiliki ketertambahan (*additionality*) bila memenuhi persyaratan antara lain: a) aksi mitigasi belum berjalan saat DRAM divalidasi, atau telah berjalan dengan ketentuan tanggal mulai aksi mitigasi tidak lebih dari lima tahun sebelum tanggal mulai validasi. b) bukan dilaksanakan karena adanya kewajiban akibat kebijakan Pemerintah Indonesia, dan c) memiliki hambatan pelaksanaan, misalnya hambatan keuangan atau kelembagaan, yang dapat diatasi, seluruh atau sebagiannya, dengan memiliki SPE-GRK.

Dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 38 tahun 2020 tentang ISPO disebutkan mengenai kawasan lindung dan areal bernilai konservasi tinggi. Dari dua kebijakan ini sebagian pihak baik pemerintah maupun lembaga validasi – verifikasi sertifikat karbon, beranggapan bahwa areal HCV tidak bisa dijadikan aksi mitigasi karena merupakan kewajiban pemerintah. Hal ini benar apabila hanya memperhatikan poin 'b' saja dari pedoman SPEI tahun 2023. Padahal pada bagian 'c' disebutkan adanya hambatan keuangan atau kelembagaan yang dapat diatasi, seluruh atau sebagiannya, dengan memiliki SPE-GRK.

Dalam program *Forest Carbon Partnership Facility (FCPF)* 2019 di Provinsi Kalimantan

Timur, kegiatan HCV dimasukkan menjadi salah satu aksi mitigasi perubahan iklim. Ini adalah program percontohan nasional untuk aksi mitigasi berbasis pendekatan yurisdiksi. Program ini selain sudah dijalankan, juga sudah mendapatkan insentif dari *World Bank* sebagai kompensasi keberhasilan menurunkan emisi berbasis *baseline* atau referensi emisi. Dengan demikian kegiatan HCV di Indonesia sudah diakui sebagai bagian aksi mitigasi perubahan iklim dengan basis referensi emisi periode minimal 10 tahun sebelumnya sebagai *baseline*.

Dukungan Regulasi Nasional

Menurut Vijitharan *et al.* 2022, studi mengenai referensi emisi hutan mendukung aktivis lingkungan, akademisi, dan pembuat kebijakan dalam mengintegrasikan sektor kehutanan ke dalam kebijakan perubahan iklim. Setiap negara dapat membuat kebijakan dan perencanaan aksi mitigasi sesuai dengan kebutuhan dan kondisi negara masing-masing. Bahkan setiap negara dapat membuat metodologi aksi mitigasi sesuai kebutuhan negara dan sesuai dengan kondisi spesifik negara masing-masing. Dalam konteks perkebunan kelapa sawit, Indonesia merupakan negara dengan luas perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia yaitu sekitar 59% dari persentase produksi global (*US Department of Agriculture* 2023).

Dengan keberadaan luas dan produksi terbesar sawit di dunia sudah seharusnya Indonesia menjadi nomor satu dalam pengendali harga dan metodologi terkait kelapa sawit, termasuk metodologi pengurangan emisi pada perkebunan kelapa sawit. Untuk itu Indonesia perlu menjadi pelopor berbagai metodologi penghitungan emisi dan pengurangan emisi perkebunan kelapa sawit. Diperlukan banyak riset termasuk riset faktor emisi, referensi emisi dan keberadaan areal HCV sebagai aksi mitigasi perubahan iklim. Pemerintah dan lembaga-lembaga terkait perkebunan kelapa sawit perlu mendorong munculnya metodologi dan kebijakan nasional untuk menjadikan pengelolaan HCV sebagai bagian aksi mitigasi.

Apabila tidak ada dorongan dari pemerintah dan lembaga penelitian maka areal HCV akan sulit untuk dipertahankan tetap menjadi areal berhutan karena perusahaan akan berkonflik dengan para pihak. Pada lokasi studi, periode 2006–2023 terjadi deforestasi pada areal HCV secara terus menerus. Perusahaan memiliki kesulitan besar menghadapi tekanan dari pihak lain untuk

menjaga areal HCV karena dianggap mene-lantarkan areal. Biaya untuk mempertahankan areal HCV juga sangat mahal sehingga diperlukan dukungan kebijakan dari pemerintah untuk dijadikan sebagai aksi mitigasi perubahan. Pemerintah butuh bukti ilmiah dalam membuat kebijakan dan bukti objektif di lapangan relatif lebih efektif dalam meyakinkan pembuat kebijakan (Purwawangsa *et al.* 2022; Afrianti *et al.* 2024; Akbar *et al.* 2025). Dukungan pemerintah dan partisipasi masyarakat diperlukan untuk mempercepat keberhasilan pemulihan hutan (Hamzah *et al.* 2016; Eddy *et al.* 2021; Inayah dan Kaswanto 2023). Menurut Ridwan *et al.* (2020), kegiatan pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan (REDD+) merupakan salah satu aksi mitigasi sektor kehutanan.

Apabila HCV dijadikan sebagai bagian aksi mitigasi perubahan iklim untuk Perusahaan Perkebunan kelapa sawit maka akan ada insentif dana dari kegiatan perdagangan karbon. Insentif dana dari perdagangan karbon ini bisa dijadikan sebagai biaya untuk mempertahankan areal HCV tetap berhutan, menjaga ekosistem dan menjaga kelestarian flora–fauna setempat. Dalam studi Nahlunnisa *et al.* (2021) menemukan bahwa kondisi spesies tumbuhan penting di areal NKT memiliki tingkat kelestarian yang rendah. Kementerian Pertanian perlu menjadikan areal HCV sebagai bagian strategi aksi mitigasi perubahan iklim yang dapat mendorong perubahan swasta untuk lebih menjaga areal HCV.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar A, Ishak MY, Makmom AA. 2021. Impacts of and Adaptation to Climate Change on the Oil Palm in Malaysia: A Systematic Review. *Environmental Science and Pollution Research* 28: 54339–54361. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15890-3>.
- Adame MF, Troche-Souza C, Santini NS, Acosta-Velázquez J, Vázquez-Lule A, Villarreal-Rosas J, Worthington T, Andradi-Brown D, Lovelock CE. 2024. The Role of Blue Carbon in Reversing Mangrove Degradation Trends in Mexico. *Biological Conservation* 298. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110775>.
- Afrianti C, Widiarti NM, Akbar IZ, Rachmanto EP, Hanif MF, Amin RA, Kaswanto RL, Wiyoga H, Mosyafitiani A. 2024. An Assessment of Urban Forest Landscape

- Services for Green Space Management Improvement in Bandung City, West Java, Indonesia. *BIO Web of Conferences* 94: 04006. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249404006>
- Akbar IZ, Afrianti C, Kaswanto RL, Wiyoga H, Mosyaftiani A. 2025. The Role of Monitoring Carbon Storage and Sequestration in Advancing the Vision of Forest City: Lesson Learned from Urban Forest Assessment in Bandung, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1447(1): 012026. IOP Publishing.
- Aulia R, Kaswanto RL, Arifin HS, Mosyaftiani A, Syasita N, Wahyu A, Wiyoga H. 2023. Assessing the Benefits and Management of Urban Forest in Supporting Low Carbon City in Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas* 24:6151-6159. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d241136>
- Badan Pusat Statistik. 2023. Statistik Kelapa Sawit Indonesia - Indonesian Oil Palm Statistics 2022. Jakarta.
- Besar NA, Suardi H, Phua MH, James D, Mokhtar MB, Ahmed MF. 2020. Carbon Stock and Sequestration Potential of an Agroforestry System in Sabah, Malaysia. *Forests*. 11(2): 210. <https://doi.org/10.3390/f11020210>.
- Direktorat Planologi. 2017. Perdirjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Nomor 6 Tahun 2017 tentang Petunjuk Teknis Penggambaran dan Penyajian Peta Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Eddy S, Milantara N, Basyuni M. 2021. Carbon Emissions as Impact of Mangrove Degradation: A Case Study on the Air Telang Protected Forest, South Sumatra, Indonesia (2000-2020). *Biodiversitas* 22(4): 2142–2149. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220464>.
- Ferrante A, Mouysset L. 2024. Deforestation Fight in the Sight of Brazilian Amazonas Inhabitants. *Trees, Forests and People*. 16: 100533. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100533>.
- Hamdani A, Ahmad Z, Roini C. 2022. Pengetahuan dan Sikap Masyarakat Terhadap Konservasi Burung Paruh Bengkok di Kecamatan Kepulauan Joronga. *Jurnal Bioedukasi*. 5(1): 2829-0844.
- Hamzah H, Suharjito D, Istomo I. 2016. Efektifitas Kelembagaan Lokal dalam Pengelolaan Sumber Daya Hutan Pada Masyarakat Nagari Simanau, Kabupaten Solok. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan* 2(2): 116-128.
- Inayah A, Kaswanto RL. 2023. Nilai Biodiversitas Lanskap Mangrove DKI Jakarta, Kelurahan Penjaringan, Kecamatan Muara Kamal, Jakarta Utara. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan* 7(2): 118-134. <https://doi.org/10.36813/jplb.7.2.118-134>
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2022. Status Hutan dan Kehutanan Indonesia 2022 – Menuju FOLU Net Sink 2030. Jakarta.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Rencana Strategis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2020–2024. Jakarta.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2023. Petunjuk Teknis Penerbitan dan Penggunaan Sertifikat Penurunan Emisi Indonesia. Skema Sertifikasi Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia. Jakarta.
- Karuru SS, Rasyid B, Millang S. 2021. Carbon Stock Estimation on Some Land Cover: Secondary Forest, Agroforestry, Palm Oil Plantation and Paddy Fields. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 637: 012056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012056>.
- Ketterings QM, Coe R, Van Noordwijk M, Ambagau Y, Palm C. 2001. Reducing Uncertainty in the Use of Allometric Biomass Equations for Predicting Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forests. *Forest Ecology and Management* 146: 199-209. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00460-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00460-6).
- Khasanova EK, Yablochkina NL, Iuzhakova MA. 2021. Method for Preserving High Conservation Value Forests in the Prichulym Taiga of Tomsk Region During Logging. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 666: 042021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/4/042021>.
- Kissinger G, Herold M, De Sy V. 2018. A Synthesis Report for REDD+ Policymakers Drivers of Deforestation and

- forest Degradation Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers.
- Mijiaro J, Arief H, Purnamasari I. 2023. The roles of High Conservation Value Area to Support Biodiversity Conservation in Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1243: 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1243/1/012002>.
- MoEF. 2016. National Forest Reference Emission Level for Deforestation and Forest Degradation: In the Context of Decision 1/CP.16 para 70 UNFCCC (Encourages Developing Country Parties to Contribute to Mitigation Actions in the Forest Sector): Post Technical Assessment by UNFCCC, Directorate General of Climate Change. The Ministry of Environment and Forestry. Indonesia.
- Muteya HK, Mukenza MM, Mwenya IK, Malaisse F, Nghonda D, Donné N, Tambwe, Mukendi NK, Bastin JF, Bogaert J, Sikuzani YU. 2024. Protected Area Creation and Its Limited Effect on Deforestation: Insights from the Kiziba-Baluba Hunting Domain (DR Congo). *Trees, Forests and People* 18: 100654. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100654>.
- Nabila R, Hidayat W, Haryanto A, Hasanudin, U, Iryani DA, Lee S, Kim S, Kim S, Chun D, Choi H, Im H, Lim J, Kim K, Jun D, Moon J, Yoo J. 2023. Oil Palm Biomass in Indonesia: Thermochemical Upgrading and its Utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 176: 113193.
- Nahlunnisa H, Zuhud EAM, Santosa Y. 2022. Prospek Konservasi Tumbuhan Di Areal Nilai Konservasi Tinggi Perkebunan Kelapa Sawit Riau. *J Hut Trop* 6(1): 68-79. <https://doi.org/10.32522/ujht.v6i1.6066>.
- Nasution ED, Saidy AR, Priatmadi BJ, Hafizianor, Suwardi, Sukarman, Dasrial M, Alfiana HU, Jailani R. 2023. Enhancing the Sustainability of Oil Palm Plantations through the Application of Principles and Adaptive Management of High Conservation Value Areas in Central Kalimantan. *Plant Science Today* 11(1): 405-417. <https://doi.org/10.14719/pst.2925>.
- Nurjannah S, Kwatrina RT. 2023. The Role of High Conservation Value Areas to Maintaining Ecological Balance in Oil Palm Plantations PT. Waimusi Agroindah, South Sumatera. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1243: 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1243/1/012004>.
- Nurrochmat DR, Abdullah L. 2014. Memanfaatkan Hutan, Mengurangi Emisi. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 1(1): 18-23.
- Nurrochmat DR, Boer R, Ardiansyah M, Immanuel G, Purwawangsa H. 2020. Policy Forum: Reconciling Palm Oil Targets and Reduced Deforestation: Landswap and Agrarian Reform in Indonesia. In *Forest Policy and Economics* 119. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102291>.
- Oktoyoki H, Suharjito D, Saharuddin S. 2017. Pengelolaan Sumberdaya Hutan di Kerinci oleh Kelembagaan Adat. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 3(1): 39-51.
- Pemerintah Republik Indonesia (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan; Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur). 2023. Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) Carbon Fund Dokumen Program Pengurangan Emisi (ER-PD). IPB Press. Bogor.
- Purwawangsa H, Nurrochmat DR, Kartodihardjo H, Rustiadi E. 2022. Assessing Integration of Science in Policy-Making Process of the Utilization of Abandoned Lands in Indonesia: Case of Bogor Regency. *Forest and Society* 6(2): 639-658. <https://doi.org/10.24259/fs.v6i2.19295>.
- Raihan A, Begum RA, Said MNM, Pereira JJ. 2021. Assessment of Carbon Stock in Forest Biomass and Emission Reduction Potential in Malaysia. *Forests*. 12: 1294. <https://doi.org/10.3390/f12101294>.
- Republic of Indonesia. 2022. Enhanced Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia. Jakarta.
- Republic of Indonesia. 2022. National Forest Reference Level for Deforestation, Forest Degradation and Enhancement of Forest Carbon Stock. In the Context of Decision 12/CP.17 para 12 UNFCCC. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2021. Indonesia Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate

- Resilience 2050 (Indonesia LTS-LCCR 2050). Jakarta.
- Ridwan M, Suparna N, Dharmawan I, Nugraha A, Widyantoro B. 2020 Panduan Praktis Perhitungan Penurunan Emisi Kegiatan RIL. Wana Aksara. Jakarta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2019. Standar Nasional Indonesia 7724: Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan. Jakarta.
- Teimoory N, Sasaki N, Abe I. 2022. Estimation of Baseline Emissions, Forest Reference Emission Level, and Carbon Removals Due to Forest Area Changes in Afghanistan between 1993 and 2030. *Cleaner Production Letters* 2: 100003. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100003>.
- UNFCCC/CCNUCC. 2006. CDM – AR WG. Approved afforestation and reforestation baseline methodology AR-AM 0004 “Reforestation or afforestation of land currently under agricultural use”. AR-AM0004 / Version 01, Sectoral Scope: 14, 29 September 2006.
- UNFCCC/CCNUCC. 2006. CDM – Executive Board. Approved Afforestation and Reforestation Baseline and Monitoring Methodology AR-AM0007 “Afforestation and Reforestation of Land Currently Under Agricultural or Pastoral Use”. AR-AM0007 / Version 01, Sectoral Scope: 14, EB 29.
- UNFCCC/CCNUCC. 2006. CDM – Executive Board. Revision to the approved afforestation and reforestation baseline and monitoring methodology ARAM 0003, “Afforestation and reforestation of degraded land through tree planting, assisted natural regeneration and control of animal grazing”. AR-AM0003 / Version 02, Sectoral Scope: 14, 06 October 2006.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2023. USDA Foreign Agricultural Service. [internet]. [diunduh 1 Juni 2025]. <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/4243000>.
- Vijay V, Pimm SL, Jenkins CN, Smith SJ. 2016. The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. *Plos One* 11(7): e0159668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668>.
- Vijitharan S, Sasaki N, Venkatappa M., Tripathi NK., Abe I, Tsusaka TW. 2022 Assessment of Forest Cover Changes in Vavuniya District, Sri Lanka: Implications for the Establishment of Subnational Forest Reference Emission Level. *Land* 11(7): 1-25. <https://doi.org/10.3390/land11071061>.