



Perubahan Tutupan Lahan Mangrove pada Area Izin Hutan Tanaman Rakyat untuk Produksi Arang di Kabupaten Lingga Kepulauan Riau

Mangrove Land Cover Change in Community Plantation Forest Permit Areas for Charcoal Production in Lingga Regency, Riau Islands

Bherly Andia^{1✉}, Febrianti Lestari^{1,2}, Tengku Said Raza'i¹

¹ Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia 29111

² Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia 29111

✉ Info Artikel:

Diterima: 19 Maret 2025

Revisi: 18 April 2025

Disetujui: 21 April 2025

Dipublikasi: 31 Mei 2025

📖 Kata Kunci:

Penutupan Lahan, Deforestasi, Degradasi Hutan, Reboisasi, Hutan Primer dan Sekunder, GIS

✉ Penulis Korespondensi:

Bherly Andia

Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia 29111

Email: bundamelayu@gmail.com



This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2025 by Authors.

Published by Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Universitas Maritim Raja Ali Haji.

ABSTRAK. Telah dilakukan penelitian mengenai perubahan tutupan lahan mangrove pada area izin Hutan Tanaman Rakyat (HTR) untuk Produksi Arang selama tahun 2011 dan 2023 di Kabupaten Lingga, Kepulauan Riau. Lokasi kajian ditetapkan pada area Izin HTR seluas 12.195 hektar yang diberikan pemerintah kepada kelompok tani hutan pada tahun 2012. Penelitian ini bertujuan mengukur deforestasi, degradasi, dan reforestasi pada area/kawasan yang memiliki izin produksi HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga. Pengambilan data dilakukan secara purposive sampling dipilih lokasi atau kawasan hutan mangrove yang berada dalam area izin HTR. Metode analisis menggunakan overlay peta tutupan lahan dari citra satelit tahun 2011 dan 2023 di areal izin HTR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deforestasi pada kawasan izin HTR seluas 987,81 ha (15,41%), degradasi 41,63 ha (86,39%), dan reforestasi 2.813,12 ha, mencakup perubahan dari areal tidak berhutan menjadi Hs 840,33 ha (29,87%), Hms 1.112,09 ha (39,53%), dan Hrs 860,69 ha (30,60%). Berdasarkan analisis didapatkan nilai reforestasi lebih tinggi dibandingkan deforestasi dan degradasi, dapat disimpulkan bahwa pemanenan bakau melalui izin HTR tidak menyebabkan kerusakan mangrove yang signifikan.

ABSTRACT. The study was conducted on mangrove land cover change in a Community Plantation Forest (HTR) permit area for Charcoal Production during 2011 and 2023 in Lingga Regency, Riau Islands. The study location was set on a 12,195 hectares HTR permit area granted by the government to a forest farmer group in 2012. This study aims to measure deforestation, degradation, and reforestation in areas that are licensed under the HTR production license of Mangrove Lestari Lingga Cooperative. Data collection was carried out by purposive sampling of selected locations or mangrove forest areas within the HTR permit area. The analysis method used an overlay of land cover maps from satellite imagery in 2011 and 2023 in the HTR permit area. The results showed deforestation in the HTR license area of 987.81 ha hectares (15.41%), degradation of 41.632 ha hectares (86.39%), and reforestation of 2,813.12 ha, hectares including changes from non-forested areas to Hs 840.33 ha (29.87%), Hms 1,112.09 ha (39.53%), and Hrs 860.69 ha (30.60%). Based on the analysis, the value of reforestation is higher than deforestation and degradation, it can be concluded that mangrove harvesting through HTR permits does not cause significant mangrove damage.

📖 How to cite this article:

Andia, B., Lestari, F., & Raza'i, T.S. (2025). *Perubahan Tutupan Lahan Mangrove pada Area Izin Hutan Tanaman Rakyat untuk Produksi Arang di Kabupaten Lingga Kepulauan Riau*. Jurnal Akuatiklestari, 8(2): 176-184. DOI: <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v8i2.6988>

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan hasil hutan kayu untuk dijadikan arang bakau di wilayah Kepulauan Riau telah berlangsung sejak tahun 1930 (Lasnawati *et al.*, 2023; Rachmawati, 2021). Sementara itu, izin resmi dari pemerintah baru diterbitkan pada tahun 2010 (Wulandari, 2019) dan 2012 melalui Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Rakyat (IUPHHK-HTR) di wilayah Kabupaten Kabupaten Lingga (SK.368/Menhut-II/2010; 296/KPTS/VI/2012). Hutan mangrove merupakan sumber daya bernilai yang dimanfaatkan oleh masyarakat, terutama sebagai bahan baku produksi arang (Kusmana, 2018). Kayu bakau telah diidentifikasi sebagai sumber bahan bakar alternatif yang potensial karena kandungan karbon tetap yang tinggi (68,78%) dan kadar abu yang rendah (6,34%). Selain itu, arang hasil pirolisis dari

kayu bakau memiliki nilai kalor mencapai 5404,04 kal/gram, sehingga layak digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri (Rahman *et al.*, 2019, 2021).

Hutan Tanaman Rakyat (HTR) merupakan salah satu program perhutanan sosial di Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan produksi hutan dan kesejahteraan masyarakat (Raja *et al.*, 2016; Ritabulan *et al.*, 2016; Salaka *et al.*, 2020). Praktik pengelolaan HTR di Kabupaten Lingga terdiri dengan kegiatan inventarisasi tegakan, penyiapan lahan, persemaian/pembibitan, penanaman dan pengayaan/penyisipan, pemeliharaan, perlindungan dan pengaman wilayah kerja, pemanenan, produksi dan pemasaran hasil hutan. Kayu bakau hasil panen dari HTR kemudian diangkut ke dapur arang yang dilengkapi dengan Izin Usaha Industri Pengelolaan Hasil Hutan Kayu (IUIPHHK). Proses selanjutnya dalam produksi arang biasanya meliputi penebangan pohon, pembangunan tungku pembakaran, produksi arang, dan pemasaran (Bakouétilla *et al.*, 2020).

Produksi arang merupakan kegiatan ekonomi penting yang memberikan pendapatan dan kesempatan kerja bagi masyarakat dengan berbagai latar belakang pendidikan dan usia (Asare *et al.*, 2022; Ekhuemelo *et al.*, 2019). Meskipun didominasi oleh laki-laki, industri ini juga melibatkan perempuan dan dapat terbuka bagi individu berusia 15 hingga 75 tahun (Asare *et al.*, 2022; Bakouétilla *et al.*, 2020). Kegiatan ini dapat menjadi pekerjaan utama atau sekunder, dengan pendapatan yang bervariasi berdasarkan tingkat produksi dan kondisi pasar (El Agha *et al.*, 2023; Ekhuemelo *et al.*, 2019).

Meskipun berkontribusi terhadap mata pencaharian di pedesaan dan memenuhi kebutuhan energi di perkotaan, pemanfaatan hutan mangrove yang tidak terkendali dalam produksi arang dapat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, seperti deforestasi dan hilangnya spesies pohon yang penting (Aydin, 2019; Bakouétilla *et al.*, 2020). Selain itu, ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim karena kapasitas penyimpanan karbonnya yang tinggi, yaitu tiga hingga empat kali lebih besar daripada hutan terestrial (Melati, 2021). Kauffman & Warren (2016) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa mangrove dapat menyimpan karbon 3 kali lebih banyak daripada hutan lainnya.

Pemerintah pusat dan provinsi secara berkala memonitor pengelolaan HTR dan aktivitas dapur arang agar berjalan sesuai peraturan. Dalam upaya mempertahankan kawasan mangrove, pemerintah juga mengalokasikan lebih dari Rp 1 triliun untuk rehabilitasi pada tahun 2024 melalui Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM) serta Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (Laksono & Alexander, 2021). Selain penanaman dan pengayaan, pemerintah juga menutup akses Sistem Informasi Penatausahaan Hasil Hutan (SIPUHH) bagi pemegang izin pemanfaatan kayu mangrove, termasuk HTR di Kabupaten Lingga. Dengan adanya penutupan tersebut, HTR tidak dapat melakukan pembayaran Provisi Sumber Daya Hutan (PSDH) dan Dana Reboisasi (DR) sebagai salah satu syarat legal pemanenan mangrove, sehingga kegiatan pembuatan arang terhenti dan menghilangkan mata pencaharian petani arang.

Dalam upaya pengelolaan, angka deforestasi, degradasi dan reforestasi pada areal izin HTR merupakan salah satu indikator dalam menentukan keberhasilan pengelolaan HTR. Deforestasi adalah hilangnya tutupan hutan secara permanen akibat aktivitas manusia atau faktor alami, sehingga lahan tidak lagi berfungsi sebagai ekosistem hutan (Bodo *et al.*, 2021; Maryam, 2021). Degradasi hutan merupakan proses penurunan kualitas ekosistem hutan akibat faktor alami maupun aktivitas manusia, yang menyebabkan berkurangnya fungsi ekologis hutan tanpa sepenuhnya menghilangkan tutupan hutannya (Ansari, 2018; Vásquez-Grandón *et al.*, 2018). Reforestasi adalah upaya penanaman kembali atau pemulihan ekosistem hutan pada lahan yang sebelumnya mengalami deforestasi atau degradasi, dengan tujuan mengembalikan fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial hutan baik secara alami maupun melalui intervensi manusia (Prati & Pomeroy, 2022).

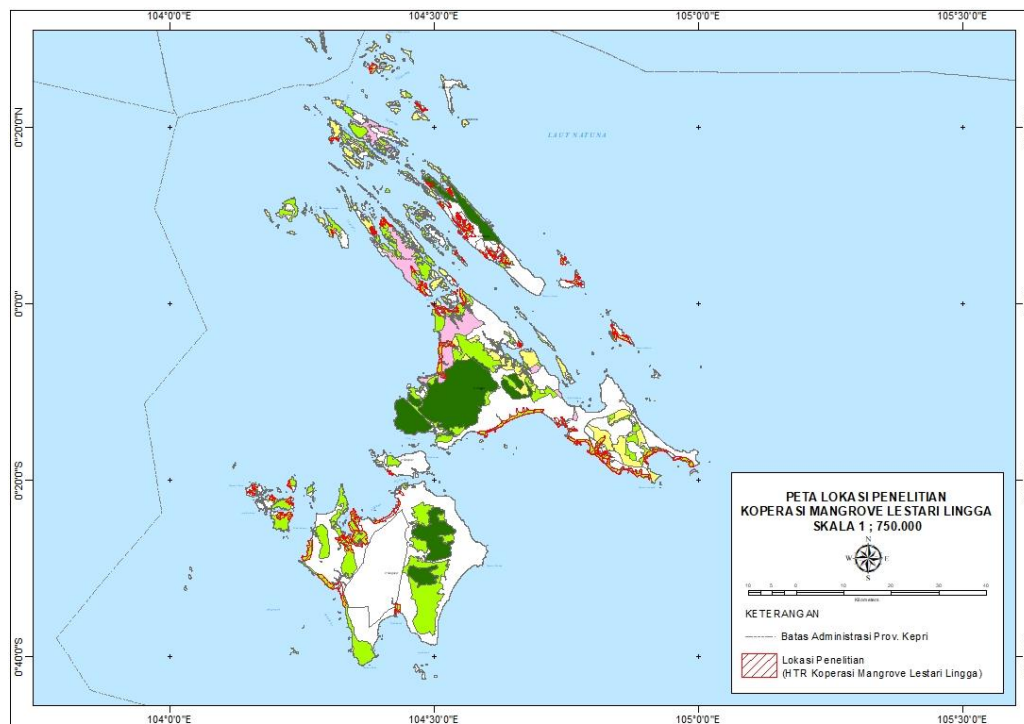
Teknik yang telah terbukti efektif dalam memantau laju deforestasi, degradasi, dan reforestasi dari waktu ke waktu adalah penginderaan jarak jauh. Teknik ini memungkinkan analisis perubahan tutupan lahan menggunakan citra satelit dan peta tematik (Bontoş *et al.*, 2019; Smail *et al.*, 2024). Berbagai penelitian telah berhasil mengukur luas tutupan hutan yang hilang menggunakan pendekatan berbasis *Geographic Information Systems* (GIS) (Smail *et al.*, 2024; Tooichi *et al.*, 2022). Algoritma deteksi perubahan yang khusus digunakan untuk mengetahui perubahan penutupan lahan dari periode waktu tertentu (*citra multi temporal*). ETM/TM, SPOT dan AVHRR pada beberapa dekade terakhir merupakan sumber data utama melakukan analisis tutupan lahan (Wulder *et al.*, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung luas tutupan hutan pada HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga yang mengalami degradasi, deforestasi, dan reforestasi menggunakan peta hasil interpretasi citra satelit, dengan parameter perubahan tutupan lahan berdasarkan hasil penafsiran citra satelit tahun 2011 dan 2023 melalui metode *overlay*. Tahun 2011 dipilih sebagai kondisi awal sebelum penerbitan izin HTR pada 2012, sementara tahun 2023 dipilih karena aktivitas penebangan telah dihentikan akibat penutupan akses SIPUHH. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kepada pemerintah dalam pengelolaan dan keberlanjutan izin HTR sebagai sumber bahan baku produksi arang, sehingga dapat menjaga keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya dan kelestarian ekosistem mangrove.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2025. Secara administrasi lokasi penelitian berada di Kabupaten Lingga Provinsi Kepulauan Riau. Lokasi yang diteliti adalah areal izin Perhutanan Sosial Hutan Tanaman Rakyat Koperasi Mangrove Lestari Lingga. Peta lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Hutan Tanaman Rakyat Koperasi Mangrove Lestari Lingga

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian berupa Perangkat Komputer yang telah diinstal aplikasi MS Word 2021, MS Excell 2021 dan QGIS 3.38.0. Alat perekam untuk wawancara secara langsung maupun menggunakan media komunikasi *smartphone*, alat tulis dan alat cetak. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa Surat izin Perhutanan Sosial Koperasi Mangrove Lestari Lingga, hasil penafsiran citra satelit liputan tahun 2011 dan 2023 di areal Izin Perhutanan Sosial, serta Peraturan Perundangan di bidang kehutanan yang mengatur tentang pemanfaatan mangrove menjadi arang. Data yang diperlukan untuk penelitian ini bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Kepulauan Riau, Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah XII Tanjungpinang, Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sei Jang Duriangkang serta situs penyedia peraturan perundangan yang terkait dengan penelitian.

2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *overlay* (tumpang susun) dengan sistem informasi geografis (SIG) untuk menganalisis perubahan tutupan lahan (Chauhan *et al.*, 2024; Kumari & Kasav, 2024). *Overlay* dilakukan minimal pada dua peta (Sawo *et al.*, 2021), yaitu citra satelit tahun 2011 dan 2023, guna membentuk poligon baru sebagai bahan analisis. Teknik analisis *overlay* dilakukan dengan menumpuk berbagai lapisan data spasial dengan meletakkan satu peta beserta seluruh atributnya di atas peta lain untuk mengidentifikasi hubungan dan pola yang terbentuk (Perkasa *et al.*, 2023; Shefna, 2022). Hasil dari proses analisis *overlay* ini adalah peta perubahan tutupan wilayah penelitian (Wijaya & Susetyo, 2017), yang digunakan untuk mengidentifikasi luas wilayah yang mengalami degradasi, deforestasi, dan reforestasi.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengambilan data dilakukan secara *purposive sampling* dipilih lokasi atau kawasan hutan mangrove yang berada dalam area izin HTR. Data yang dikumpulkan berupa citra satelit tahun 2011 dan 2023 yang digunakan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan.

2.5. Analisis Data

Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan membandingkan antar peta (Wijaya & Susetyo, 2017). Selisih luas perubahan tutupan lahan berdasarkan hasil *overlay* perangkat SIG digunakan untuk menghitung angka deforestasi, degradasi dan reforestasi pada areal HTR. Hasil analisis digambarkan dalam bentuk tabel perubahan penutupan lahan dan peta hasil perubahan penutupan lahan dan dijelaskan secara deskriptif. Penentuan degradasi, deforestasi dan reforestasi menggunakan kriteria berikut:

Deforestasi (Df)

$$Df = \text{Tuplah berhutan tahun 2011} \rightarrow \text{Tuplah non hutan tahun 2023}$$

Degradasi (Dg)

$$Dg = \text{Tuplah primer tahun 2011} \rightarrow \text{Tuplah sekunder 2023}$$

Reforestasi (Rf)

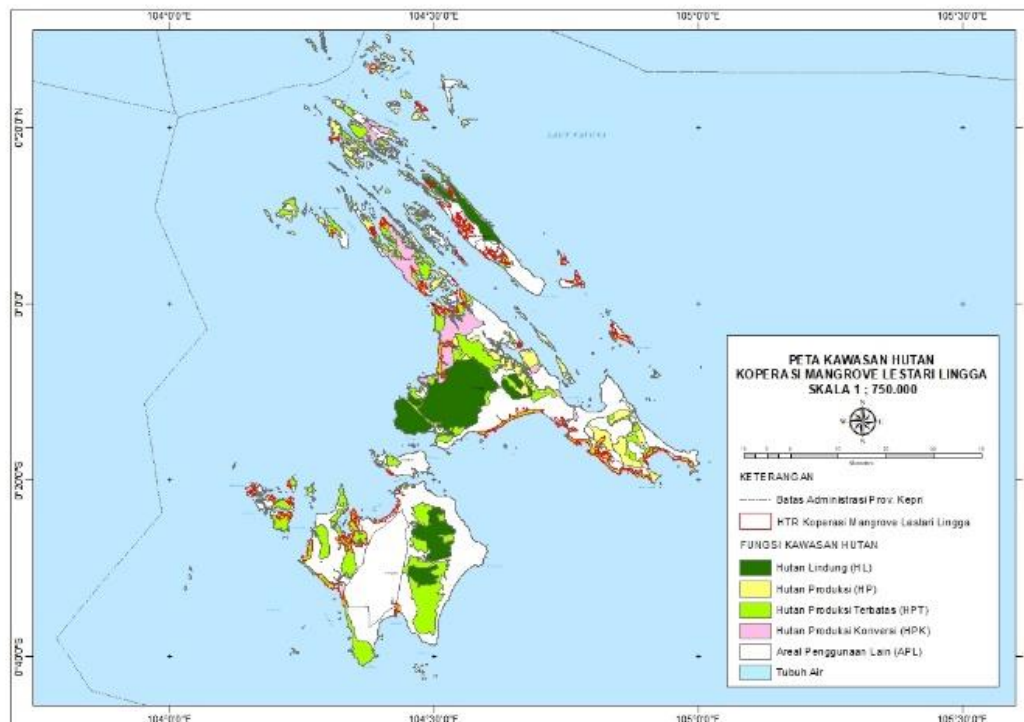
$$Rf = \text{Non Hutan tahun 2011} \rightarrow \text{Berhutan tahun 2023}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerbitan izin HTR di Kabupaten Lingga diawali dengan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor [SK.368/Menhut-II/2010](#) tanggal 21 Juni 2010 tentang Pencadangan Areal untuk Pembangunan Hutan Tanaman Rakyat Seluas ± 12.195 Hektar di Kabupaten Lingga Provinsi Kepulauan Riau. Keputusan tersebut ditindaklanjuti oleh Bupati Lingga dengan menerbitkan [Keputusan Nomor 296/KPTS/VI/2012](#) tanggal 26 Juni 2012 tentang Pemberian Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Tanaman Rakyat Dalam Hutan Tanaman Kepada Koperasi Mangrove Lestari Lingga Seluas ± 12.195 Hektar di Kabupaten Lingga Provinsi Kepulauan Riau.

3.1. Hasil Analisis *Overlay* Areal Izin HTR

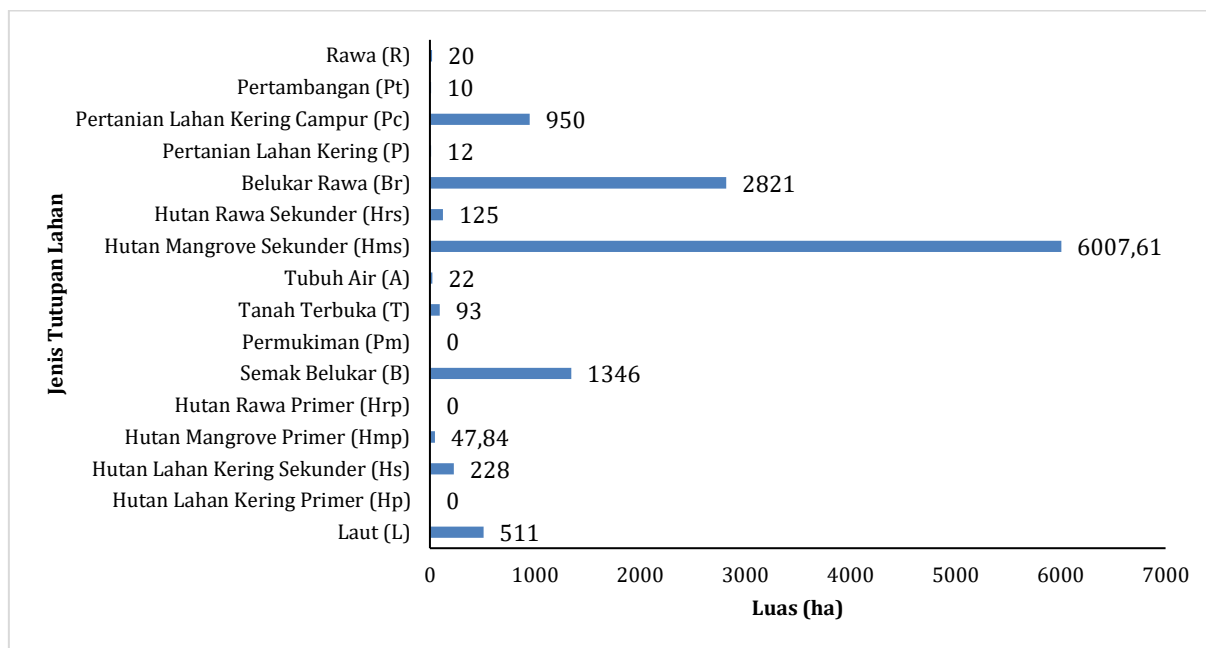
Analisis *overlay* terhadap kawasan hutan dan areal izin HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga menghasilkan peta yang menggambarkan distribusi tutupan lahan dalam wilayah tersebut. Hasil pemetaan ini disajikan dalam [Gambar 2](#) berikut ini.



Gambar 2. Status dan Fungsi Kawasan Hutan pada Areal Izin HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga

Pada [Gambar 2](#) merupakan hasil *overlay* antara peta kawasan hutan dengan areal izin HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga, yang menunjukkan bahwa tidak semua areal HTR berada di kawasan hutan. Berdasarkan hasil wawancara dengan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Kepulauan Riau, penerbitan izin HTR pada awalnya didasarkan pada [SK Menhut nomor 173 Tahun 1986 tanggal 6 Juni Tahun 1986](#) dimana seluruh areal HTR berada di dalam kawasan hutan dengan fungsi produksi. Karena adanya pemaduserasian antara peta kawasan hutan dengan rencana tata ruang wilayah, maka terhadap kawasan hutan di Provinsi Kepulauan Riau pada tahun 2015 mengalami beberapa perubahan baik fungsi maupun peruntukannya. Hal ini mengakibatkan kawasan hutan pada areal izin HTR mengalami beberapa perubahan dengan rincian hutan lindung (HL) seluas 43 Ha, hutan produksi terbatas (HPT) seluas 8.428 Ha, hutan produksi (HP) seluas 912 ha, hutan produksi konversi (HPK) seluas 1 ha, tubuh air seluas 224 ha, areal penggunaan lain (APL) seluas 1997 ha dan berada di laut seluas 591 ha.

Sebaran penutupan lahan hasil analisis Sistem Informasi Geografis disajikan dalam [Gambar 3](#) berikut ini. Data hasil penafsiran citra satelit liputan tahun 2011 menunjukkan bahwa tidak semua penutupan lahan pada areal HTR bervegetasi mangrove. Dari total areal HTR seluas 12.195 hektar, areal yang bervegetasi mangrove hanya seluas 6.055 hektar yang terdiri dari hutan mangrove primer (Hmp) seluas 48 hektar dan hutan mangrove sekunder (Hms) seluas 6.007 hektar. Selain vegetasi mangrove, areal berhutan juga ditemukan seluas 354 hektar dengan jenis penutupan lahan berupa hutan lahan kering primer (Hp), hutan rawa primer (Hrp), hutan lahan kering sekunder (Hs) dan hutan rawa sekunder (Hrs). Namun untuk pembuatan arang, pemegang Izin Usaha Industri Primer di Wilayah Kabupaten Lingga tidak memanfaatkan kayu selain mangrove sebagai bahan baku pembuatan arang. Tipe penutupan lahan lainnya yang berpotensi untuk ditanami jenis bakau adalah belukar rawa (Br) dengan luas 2.821 hektar. Jenis penutupan lahan lainnya yang belum ditumbuhi jenis bakau sebagai bahan baku arang terdiri dari tubuh air (A), Belukar (B), Laut (L), pertanian lahan kering campuran (Pc), perkebunan (Pk), permukiman (Pm), pertanian lahan kering (Pc), tanah terbuka (T), pertambangan (Pt) dan rawa (R).



Gambar 3. Klasifikasi penutupan lahan HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga
Sumber: Hasil Penafsiran Citra satelite Liputan Tahun 2011

HTR pada hakikatnya merupakan salah satu bentuk izin perhutanan sosial yang diberikan oleh pemerintah Indonesia kepada perorangan atau kelompok masyarakat di sekitar kawasan hutan (Dipokusumo *et al.*, 2023; Salaka *et al.*, 2020). Program pengelolaan hutan berbasis masyarakat bertujuan untuk memberdayakan masyarakat setempat dan meningkatkan keberlanjutan hutan. Inisiatif ini melibatkan masyarakat dalam tata kelola hutan dan memberi akses ke sumber daya hutan, dengan tujuan untuk meningkatkan fungsi ekologis dan ekonomi (Fikri *et al.*, 2022; Herutomo & Istiyanto, 2021). Hal ini sesuai dengan Permen LHK No 9 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Perhutanan Sosial. Melalui lembaga seperti Masyarakat Hutan Desa, masyarakat dapat berpartisipasi dalam produksi hutan dan sistem pembagian manfaat (Christmas *et al.*, 2021).

Penghitungan deforestasi, degradasi dan reforestasi dilakukan dengan mengklasifikasi masing-masing penutupan lahan ke dalam kategori berhutan dan tidak berhutan. Tutupan lahan berhutan dalam penelitian ini terdiri dari Hmp, Hms, Hs dan Hrs. Sedangkan tutupan lahan tidak berhutan terdiri dari A, B, Br, L, Pc, Pk, Pm, P, T, Pt dan Tk. Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan Nomor P.1/VII-IPSDH/2015 tentang Pedoman Pemantauan Penutupan Lahan, penafsiran citra satelite di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dibedakan menjadi 23 kelas penutupan lahan. Namun karena terdapat perbedaan garis pantai pada areal izin HTR, maka terhadap areal yang berada di laut disebutkan sebagai L. Hasil penafsiran citra satelite menunjukkan tutupan lahan HTR pada tahun 2011 terdiri dari 16 kelas dan tutupan lahan tahun 2023 terdiri dari 14 kelas.

Perubahan tutupan lahan hasil penafsiran citra satelit liputan pada tahun 2011 dan 2023 disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Intersek Penutupan Lahan Tahun 2011 dan Tahun 2023

TUPLAH		2023													Grand Total (ha)
		L	Hs	Hmp	B	Pk	Pm	T	A	Hms	Hrs	Br	Pc	Tk	
2011	L	509,32	0,56		0,42			0,33	0,03	0,29	0,00	0,02			510,98
	Hp				0,06			0,06		0,17		0,06			0,35
	Hs		219,49							8,64		0,00			228,13
	Hmp		9,15		6,02			0,37		32,31					47,84
	Hrp			0,05											0,05
	B				366,4										
	Pm	8,53	613,08		2	71,76	38,64	35,95	1,14	131,54		69,74	8,80		1345,61
	T					0,04				0,02					0,06
	A	0,00			17,99		55,15	7,44		6,86		5,49			92,93
					5,54		10,23			6,47			0,24		22,48
	Hms	62,64	150,66	23,0	408,5				75,7	4851,2					
				1	1	52,69	18,28	38,10	3	8	11,45	308,08	7,18		6007,61
											115,2				
	Hrs				10,06						5				125,31
				121,7				12,0		860,6					
Br	3,86	67,47		3	3,88	41,22	10,02	7	930,88	8	713,60	31,86	10,36	8	2820,81
P						1,16			5,23			5,90			12,29
Pc	6,55	159,22				13,33	15,88	0,03	30,82			724,31			950,14
Pt	0,34			2,56			7,55								10,45
R											20,07				20,07
Grand Total (ha)	591,23	1219,63	23,06	939,32	128,38	178,00	115,71	89,01	6004,49	987,39	1117,06	778,29	10,36	13,18	12195,12

Sumber: Hasil penafsiran citra satelite liputan tahun 2011 dan 2023

Keterangan: L (Laut), Hp (Hutan Lahan Kering Primer), Hs (Hutan Lahan Kering Sekunder), Hmp (Hutan Mangrove Primer), Hrp (Hutan Rawa Primer), B (Semak Belukar), Pm (Permukiman), T (Tanah Terbuka), A (Tubuh Air), Hms (Hutan Mangrove Sekunder), Hrs (Hutan Rawa Sekunder), Br (Belukar Rawa), P (Pertanian Lahan Kering), Pc (Pertanian Lahan Kering Campur), Pt (Pertambangan), R (Rawa).

Berdasarkan data penafsiran pada Tabel 1 diketahui bahwa, pada areal HTR dengan tutupan lahan berhutan seluas 6409,29 hektar yang terdiri dari Hp seluas 0,35 hektar, Hs seluas 228,13 hektar, Hmp seluas 47,84 hektar, Hrp seluas 0,05 hektar, Hms seluas 6.007,61 hektar dan Hrs seluas 125,31 hektar.

3.2. Deforestasi pada Areal Izin HTR

Deforestasi merupakan proses hilangnya hutan alami akibat penebangan untuk pemanfaatan kayu atau alih fungsi lahan menjadi nonhutan (Maryam, 2021). Dalam penelitian ini, deforestasi merupakan fenomena perubahan tutupan lahan berhutan menjadi tidak berhutan. Data sebaran deforeforestasi disajikan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Sebaran Deforestasi Pada Areal Izin HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga

	TUPLAH	2023										Grand Total (ha)
		L	B	Pk	Pm	T	A	Br	Pc	Tk	Pt	
2011	Hp		0,06			0,06		0,06				0,18
	Hs							0,00				0,00
	Hmp		6,02			0,37						6,38
	Hrp											0,00
	Hms	62,64	408,51	52,69	18,28	38,10	75,73	308,08	7,18			971,21
	Hrs		10,06									10,06
	Grand Total (ha)	62,64	424,64	52,69	18,28	38,53	75,73	308,14	7,18	0,00	0,00	987,83

Sumber: Hasil penafsiran citra satelite liputan tahun 2011 dan 2023

Keterangan: Hp (Hutan Lahan Kering Primer), Hs (Hutan Lahan Kering Sekunder), Hmp (Hutan Mangrove Primer), Hrp (Hutan Rawa Primer), Hms (Hutan Mangrove Sekunder), Hrs (Hutan Rawa Sekunder), L (Laut), B (Semak Belukar), Pk (Pertanian Lahan Kering), Pm (Permukiman), T (Tanah Terbuka), A (Tubuh Air), Br (Belukar Rawa), Pc (Pertanian Lahan Kering Campur), Tk (Tambak), Pt (Pertambangan).

Berdasarkan data sebaran pada Tabel 2 total diketahui bahwa telah terjadi deforestasi sebesar 987,83 hektar atau sebesar 15,41% dari total tutupan lahan berhutan seluas 6409,29 hektar pada areal HTR. Deforestasi paling banyak terjadi pada tutupan lahan Hms seluas 971,21 hektar dari total deforestasi sebesar 987,83 hektar (98,32 %). Sementara untuk tutupan lahan Hp, Hs, Hmp, Hrp dan Hrs tidak terlalu signifikan. Dalam analisis tutupan lahan, jenis lahan Hms mengalami deforestasi paling besar dibandingkan dengan jenis tutupan lainnya. Kondisi ini dapat mengindikasikan bahwa lahan Hms lebih mudah terpengaruh oleh perubahan lingkungan atau lebih sering dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Selain itu, faktor aksesibilitas dan kebijakan pemanfaatan lahan di areal HTR juga dapat berpengaruh terhadap tingkat deforestasi yang terjadi. Menurut WWF (2020), faktor utama yang memicu deforestasi meliputi konversi lahan untuk pertanian, kebakaran hutan, eksploitasi kayu, dan penggunaan kayu bakar. Hutan mangrove dapat menghadapi ancaman deforestasi, termasuk alih fungsi untuk produksi arang, serta pemanfaatan yang tidak ramah lingkungan, yang dapat mengganggu kelestariannya dan mengancam fungsi ekologisnya (Kadhapi *et al.*, 2015; Scales *et al.*, 2017).

3.3. Degradasi Hutan dalam Areal Izin HTR

Degradasi hutan adalah penurunan kualitas ekosistem hutan akibat aktivitas manusia atau gangguan alam, yang mengakibatkan berkurangnya fungsi ekologis hutan tanpa menghilangkan tutupan hutannya secara total (Ansari, 2018; Vásquez-Grandón *et al.*, 2018). Dalam penelitian ini, degradasi hutan terjadi jika terdapat penurunan kelas tutupan lahan berhutan dari primer menjadi sekunder. Data sebaran degradasi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Sebaran Degradasi pada Areal Izin HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga

	Tuplah	2023														Grand Total (ha)
		L	Hs	Hmp	B	Pk	Pm	T	A	Hms	Hrs	Br	Pc	Tk	Pt	
2011	Hp				0,06			0,06		0,17		0,06				0,35
	Hmp		9,15		6,02			0,37		32,31						47,84
	Grand Total (ha)	0,00	9,15	0,00	6,07	0,00	0,00	0,43	0,00	32,48	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	48,19

Sumber: Hasil penafsiran citra satelite liputan tahun 2011 dan 2023

Keterangan: L (Laut), Hs (Hutan Lahan Kering Sekunder), Hmp (Hutan Mangrove Primer), B (Semak Belukar), Pk (Pertanian Lahan Kering), Pm (Permukiman), T (Tanah Terbuka), A (Tubuh Air), Hms (Hutan Mangrove Sekunder), Hrs (Hutan Rawa Sekunder), Br (Belukar Rawa), Pc (Pertanian Lahan Kering Campur), Tk (Tambak), Pt (Pertambangan), dan Hp (Hutan Lahan Kering Primer).

Berdasarkan hasil analisis SIG menunjukkan bahwa di areal HTR dengan tutupan lahan Hp dan Hmp seluas 48,19 hektar pada tahun 2011 telah terjadi degradasi hutan pada tahun 2023 seluas 41,63 hektar atau sebesar 86,39% dengan rincian berubah menjadi Hms seluas 32,48 hektar (67,40%) dan Hs seluas 9,15 hektar (18,99%).

3.4. Reforestasi dan Upaya Perlindungan Hutan

Reforestasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk membangun atau memperbaiki kondisi hutan yang rusak. Kegiatan ini dilakukan melalui penanaman atau perlindungan agar lingkungan kembali berhutan dan berperan sesuai dengan fungsinya (Prati & Pomeroy, 2022). Reforestasi telah terbukti sebagai solusi efektif dalam memulihkan kerusakan lingkungan akibat deforestasi (Cerasoli *et al.*, 2021; Mohan *et al.*, 2021; Zeng, 2022). Dalam penelitian ini,

reforestasi terjadi jika terdapat perubahan kelas tutupan lahan liputan tahun 2011 tidak berhutan menjadi berhutan pada tahun 2023. Data sebaran reforestasi dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Sebaran Reforestasi pada Areal Izin HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga

	TUPLAH	Hs	2023 Hms	Hrs	Grand Total (ha)
2011	L	0,56	0,29	0,00	0,85
	B	613,08	131,54		744,62
	Pm		0,02		0,02
	T		6,86		6,86
	A		6,47		6,47
	Br	67,47	930,88	860,68	1859,03
	P		5,23		5,23
	Pc	159,22	30,82		190,04
	Pt				0,00
	R				0,00
	Grand Total (ha)	840,33	1112,09	860,69	2813,12

Sumber: Hasil penafsiran citra satelite liputan tahun 2011 dan 2023

Keterangan: Hs (Hutan Lahan Kering Sekunder), Hms (Hutan Mangrove Sekunder), Hrs (Hutan Rawa Sekunder), L (Laut), B (Semak Belukar), Pm (Permukiman), T (Tanah Terbuka), A (Tubuh Air), Br (Belukar Rawa), P (Pertanian Lahan Kering), Pc (Pertanian Lahan Kering Campur), Pt (Pertambangan), dan R (Rawa).

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada areal HTR telah terjadi reforestasi seluas 2.813,12 hektar dengan rincian areal tidak berhutan menjadi Hs seluas 840,33 hektar (29,87%), Hms seluas 1.112,09 hektar (39,53%) dan Hrs seluas 860,69 hektar (30,60%). Hal tersebut juga menunjukkan bahwa kontribusi penutupan lahan terbesar terjadinya reforestasi berada pada tutupan Br (66,08%) diikuti B (26,47%) dan Pc (6,76). Terjadinya reforestasi disebabkan oleh adanya perlindungan dan penanaman yang dilakukan oleh Koperasi Mangrove Lestari Lingga dimana dalam Dokumen Rencana Kerja Tahunan yang telah disahkan, pemegang izin wajib melakukan perlindungan terhadap areal izin HTR serta melakukan penanaman. Hal ini juga dikuatkan dengan pernyataan ketua Koperasi pada saat melakukan wawancara. Menurut [Salampessy et al. \(2015\)](#) Kelestarian mangrove tetap terjaga karena dipengaruhi oleh pengetahuan ekologi tradisional dan peran lembaga lokal. Reforestasi tidak hanya berperan dalam memulihkan hutan yang rusak, tetapi juga berkontribusi terhadap pelestarian ekosistem mangrove.

Selain itu dalam upaya menyelamatkan keberadaan hutan alam primer dan lahan gambut serta untuk melanjutkan upaya penurunan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan, Presiden Republik Indonesia telah mengeluarkan [Instruksi Presiden RI Nomor 5 tahun 2019](#) tentang Penghentian Pemberian Izin Baru Dan Penyempurnaan Tata Kelola Hutan Alam Primer Dan Lahan Gambut. Selanjutnya berdasarkan Instruksi tersebut, Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah menerbitkan keputusan tentang pemberian izin baru di areal hutan primer dan lahan gambut. Keputusan tersebut telah beberapa kali diubah terakhir dengan [SK.12764/MENLHK-PKTL/IPSDH/PLA.1/II/2023](#) tentang Penetapan Peta Indikatif Penghentian Pemberian Perizinan Berusaha, Persetujuan Penggunaan Kawasan Hutan, Atau Perubahan Peruntukan Kawasan Hutan Baru Pada Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut Tahun 2023 Periode II. Mengingat di areal HTR terdapat tutupan hutan primer, seharusnya di areal tersebut tidak lagi dilakukan penebangan karena bertentangan dengan Instruksi Presiden dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

4. SIMPULAN

Penelitian ini mengukur deforestasi, degradasi, dan reforestasi di areal HTR Koperasi Mangrove Lestari Lingga seluas 12.195 hektar. Hasil analisis penafsiran citra satelite liputan tahun 2011 dengan tahun 2023 menunjukkan deforestasi sebesar 987,81 hektar (15,41%) dari total areal berhutan, dengan degradasi hutan primer (Hp dan Hmp) sebesar 41,63 hektar (86,39%). Di sisi lain, terjadi reforestasi seluas 2.813,12 hektar, yang terdiri dari Hs seluas 840,33 hektar (29,87%), Hms seluas 1.112,09 hektar (39,53%), dan Hrs seluas 860,69 hektar (30,60%). Secara keseluruhan, angka reforestasi lebih besar dibandingkan deforestasi dan degradasi, yang menunjukkan pengelolaan HTR untuk bahan baku arang berjalan baik dan sesuai dengan prinsip "Hutan Lestari Masyarakat Sejahtera".

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Kepulauan Riau, Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah XII Tanjungpinang, serta Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sei Jang Duriangkang yang telah memberikan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak penyedia peraturan perundangan yang relevan, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. REFERENSI

- Ansari, M.A. (2018). Deforestation: Facts, Causes & Effects. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*. 5(2): 367-375.
- Asare, F., Owusu, F.W., & Gazo, R. (2022). Sustainable charcoal production drive in rural communities in Ghana, West Africa. *Energy for Sustainable Development*. 68: 364-372. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.04.013>

- Aydin, I.H. (2019). Charcoal Production Activities in Balikesir. *The Journal of International Social Research*. 12(63): 279-288. <https://doi.org/10.17719/jisr.2019.3226>
- Bakouetila, G.F.M., Leckoundzou, A., Kokolo, H.B.B., & Boukongou, Y.X.N. (2020). Profile Of Charcoal Makers And Charcoal Production Process In The Villages Of Konkouati Douli National Park (Congo). *Solid State Technology*. 63: 819-826.
- Bodo, T., Gimah, B.G., & Seomoni, K.J. (2021). Deforestation: Human Causes, Consequences and Possible Solution. *Journal of Geographical Research*. 04(02): 22-30. <https://doi.org/10.30564/jgr.v4i2.3059>
- Bontos, M.D., Chiuchiu, A.C., & Constantinescu, O.M.V. (2019). Forestry Monitoring Using GIS Technology: Romania case study. *2019 International Conference on Energy and Environment (CIEM)*. <https://doi.org/10.1109/ciem.46456.2019.8937573>
- Cerasoli, S., Yin, J., & Porporato, A. (2021). Cloud cooling effects of afforestation and reforestation at midlatitudes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 118(33): 1-7. <https://doi.org/10.1073/pnas.2026241118>
- Chauhan, H., Mishra, B.K., Rajan, S.N., Tiwari, A., & Goel, A. (2024). Land Cover Analysis and Change Detection: Comprehensive Study with Linear Regression Prediction. *1st International Conference on Advanced Computing and Emerging Technologies (ACET)*. <https://doi.org/10.1109/ACET61898.2024.10730346>
- Christmas, S.K., Hardiyanti, M., & Prawira, S.A. (2021). Role in the Forest Village Community-Based Forest Management Sustainable Development. *Journal of Judicial Review*. 23(1): 115-128. <https://doi.org/10.37253/jjr.v23i1.4387>
- Dipokusumo, B., Ichsan, A.C., Prayoga, A.P., Waru, T., Webliana, K., Wulan, G.I.T., Ardiantari, L.D., Andayani, I., Sa'adiah, H., & Akbar, R. A. (2023). Dynamics Analysis of the Social Forestry Development in the Batanghari KPHP Area, Jambi Province. *Universal Journal of Agricultural Research*. 11(5): 860-871. <https://doi.org/10.13189/ujar.2023.110511>
- Ekhuemelo, D.O., Tembe, E.T., & Abah, M. (2019). Investigation of charcoal production in Makurdi and Guma local government areas of Benue state, Nigeria. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*. 7(1): 69-86. <https://doi.org/10.7770/SAFER-V0N0-ART1557>
- El Agha, R.A.D., Rakotonirina, M.D.L., Ramanampisoa, V.E., Rabesiaka, R., Damy, T.S., Razafimahefa, V.M., Ngbolua, K.t.N., Robijaona, R.B., & Ridwan, M. (2023). Socio-Economic and Ecological Impact of Charcoal Production in the Fianarantsoa Region, Madagascar. *Economit Journal: Scientific Journal of Accountancy, Management and Finance*. 3(2): 106-111. <https://doi.org/10.33258/economit.v3i2.875>
- Fikri, R.N., Fauzi, H., & Hafizianor. (2022). Manfaat Ekonomi Program Hutan Kemasyarakatan dalam Mendukung Sistem Usaha Tani di Desa Sungai Pinang Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Sylva Scientiae*. 05(1): 80-85.
- Herutomo, C., & Istiyanto, S.B. (2021). Komunikasi Lingkungan Dalam Mengembangkan Kelestarian Hutan. *WACANA: Jurnal Ilmiah Ilmu Komunikasi*. 20(1): 1-13. <https://doi.org/10.32509/wacana.v20i1.1165>
- Instruksi Presiden Republik Indonesia tentang Penghentian Pemberian Izin Baru Dan Penyempurnaan Tata Kelola Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut Presiden, Pub. L. No. 5 Tahun 2019 (2019).
- Kadhapi, M., Hardiansyah, G., & Zainal, S. (2015). Persepsi Masyarakat Desa Sungai Awan Kanan Terhadap Keberadaan Hutan Mangrove Di Kawasan Pantai Air Mata Permai Kabupaten Ketapang. *Jurnal Hutan Lestari*. 3(1): 108-116. <https://doi.org/10.26418/jhl.v3i1.9388>
- Kauffman, J.B., Arifanti, V.B., Basuki, I., Kurnianto, S., Novita, N., Murdiyarso, D., Donato, D.C., & Warren, M.W. (2016). *Protocols for the measurement, monitoring, and reporting of structure, biomass, carbon stocks and greenhouse gas emissions in tropical peat swamp forests*. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor. Indonesia. <https://doi.org/10.17528/cifor/006429>
- Keputusan Pencadangan Areal untuk Pembangunan Hutan Tanaman Rakyat Seluas ± 12.195 Hektar di Kabupaten Lingga Provinsi Kepulauan Riau, Pub. L. No. SK.368/Menhut-II/2010 (2010).
- Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan tentang Pedoman Pemantauan Penutupan Lahan, (2015).
- Kumari, R., & Kasav, B. (2024). Analysis of land use and land cover transpose using remote sensing and GIS approach: a case of Hamirpur, India. *Procedia Computer Science*. 236: 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.015>
- Kusmana, C. (2018). Mangrove plant utilization by local coastal community in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 196: 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/196/1/012028>
- Laksono, M.Y., & Alexander, H.B. (2021). Jokowi Targetkan Penanaman Mangrove 600.000 Hektar hingga 2024. *Kompas.Com*. <https://www.kompas.com/properti/read/2021/09/29/140000221/jokowi-targetkan-penanaman-mangrove-600.000-hektar-hingga-2024>
- Lasnawati, Wahyuni, S., & Syafitri, R. (2023). *Antroposentrisme dan Ketergantungan Masyarakat terhadap Mangrove di Desa Marok Kecil Kecamatan Singkep Selatan Kabupaten Lingga*. [Skripsi]. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang. <http://repositori.umrah.ac.id/6478/>
- Maryam, T. (2021). A Review on Deforestation: It's Effects and Ways to reduce it. *Environmental & Analytical Toxicology*. 11: 002. <https://doi.org/10.37421/2161-0525.2021.s6.005>
- Melati, D.N. (2021). Mangrove Ecosystem and Climate Change Mitigation: A Literature Review. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*. 16(1): 1-8. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v16i1.4979>
- Surat Keputusan Menteri Kehutanan tentang Penunjukan Areal Hutan di Wilayah Propinsi Dati I (Riau sebagai Kawasan Hutan), Pub. L. No. 173/Kpts-II/1986 (1986). <https://www.scribd.com/document/394737697/riau-sk-173-thn-1986>
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia tentang Penetapan Peta Indikatif Penghentian Pemberian Perizinan Berusaha, Persetujuan Penggunaan Kawasan Hutan, atau Perubahan Peruntukan Kawasan Hutan Baru pada Hutan Alam Primer dan La, Pub. L. No. SK. 12764/MENLHK-PKTL/IPSDH/PLA.1/11/2023 (2023). <https://www.scribd.com/document/788968074/sk-12764-pippib-2023-periode-ii-salinan-1>
- Mohan, M., Rue, H.A., Bajaj, S., Galgamuwa, G.A.P., Adrah, E., Aghai, M.M., Broadbent, E.N., Khadamkar, O., Sasmito, S.D., Roise, J., Doaemo, W., & Cardil, A. (2021). Afforestation, reforestation and new challenges from COVID-19: Thirty-three recommendations to support civil society organizations (CSOs). *Journal of Environmental Management*. 287: 112277. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112277>
- Keputusan Bupati Lingga tentang Pemberian Izin Usaha Pemanfaat Hasil Hutan Kayu pada Hutan Tanaman Rakyat, Pub. L. No. 296/KPTS/VI/2012 (2012).
- Permen LHK No 9 Tahun 2021, Pub. L. No. 9 Tahun 2021 (2021). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/235324/permen-lhk-no-9-tahun-2021>

- Perkasa, P., Gumiri, S., Wahyudi, W., & Permana, I. (2023). Analysis of Canal Blocking Distribution to Reduce Sabangau Tropical Peat Swamp Forest Fires. *Journal of Studies in Science and Engineering Research*. 3(2): 85-102. <https://doi.org/10.53898/josse2023327>
- Prati, R., & Pomero, A. (2022). Forest restoration and reforestation initiatives. *International Journal of Humanities and Education Research*, 4(1): 07-10. <https://doi.org/10.33545/26649799.2022.v4.i1a.65>
- Rachmawati. (2021). *Cerita Kampung Dapur 12 di Kota Batam, Dulu Jadi Pemasok Arang untuk Warga Singapura*. Kompas.Com. <https://regional.kompas.com/read/2021/02/21/09100081/cerita-kampung-dapur-12-di-kota-batam-dulu-jadi-pemasok-arang-untuk-warga>
- Rahman, R., Azikin, B., Tahir, D., & Widodo, S. (2021). Analysis mixed characterization of Kalimantan coal and mangrove wood charcoal character as briquette raw materia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 921: 012055. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1755-1315/921/1/012055>
- Rahman, R., Widodo, S., Azikin, B., & Tahir, D. (2019). Chemical composition and physical characteristics of coal and mangrove wood as alternative fuel. *Journal of Physics: Conference Series*. 1341: 052008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1341/5/052008>
- Raja, E., Antara, M., & Anam, H. (2016). Strategi Pengembangan Usaha Pengelolaan Hutan Tanaman Rakyat (HTR) di Desa Bumi Beringin Kecamatan Luwuk Kabupaten Banggai. *Katalogis*. 4(1): 215-228. <https://doi.org/10.22487/J23022019/2016.V4.I1.6527>
- Ritabulan, R., Basuni, S., Santoso, N., & Bismark, M. (2016). Hambatan Implementasi Kebijakan Hutan Tanaman Rakyat di Batu Ampar, Propinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan*. 13(2): 73-84. <https://doi.org/10.20886/jakk.2016.13.2.73-84>
- Salaka, F.J., Alviya, I., Suryandari, E.Y., Nurfatriani, F., & Muttaqin, M.Z. (2020). Efektivitas Kelembagaan Pengelolaan Hutan Tanaman Rakyat di Tingkat Lokal. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. 17(1): 75-92. <https://doi.org/10.20886/jakk.2020.17.1.75-92>
- Salampessy, M.L., Febryano, I.G., Martin, E., Siahaya, M.E., & Papilaya, R. (2015). Cultural Capital of the Communities in the Mangrove Conservation in the Coastal areas of Ambon Dalam Bay, Moluccas, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*. 23: 222-229. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.034>
- Sawo, M.K., Rogi, O.H.A., & Lakat, R.S.M. (2021). Analisis Pengembangan Kawasan Permukiman Berdasarkan Kemampuan Lahan Di Distrik Muara Tami. *Jurnal Spasial*. 8(3): 311-325. <https://doi.org/10.35793/sp.v8i3.35842>
- Scales, I.R., Friess, D.A., Glass, L., & Ravaoarinorotsihoarana, L. (2017). Rural livelihoods and mangrove degradation in south-west Madagascar: lime production as an emerging threat. *Oryx*. 52(4): 641-645. <https://doi.org/10.1017/S0030605316001630>
- Shefna, S. (2022). Groundwater Potential Zone Assessment using GIS and Remote Sensing. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCIT)*. 2(2): 739-747. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-3375>
- Smail, M., Boubaker, Z., Shabddji, M., Mouaissa, H., & Kombate, B. (2024). Detecting land use/land cover changes and forest degradation: A case study of the lower Soummam valley, northern Algeria. *Journal of Forest Science*. 70(3): 122-134. <https://doi.org/10.17221/86/2023-JFS>
- Tooichi, E.C., Ngozi, O.E., Azubuike, N.O., Duruanyim, I.E., Robertson, M., Ina Jnr, O.U., & Duru, I.C. (2022). Forest Biodiversity Degradation: Assessment of Deforestation in Ohaji Egbema Forest Reserve, Imo State, Nigeria Using GIS Approach. *Open Access Journal of Biogenic Science and Research*. 10(1): 1-11. <https://doi.org/10.46718/JBGSR.2021.10.000252>
- Vasquez-Grandon, A., Donoso, P.J., & Gerding, V. (2018). Forest Degradation: When Is a Forest Degraded?. *Forests*. 9(11): 726. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/F9110726>
- Wijaya, A., & Susetyo, C. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan Tahun 2003, 2009, dan 2016. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2): 417-420. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24454>
- Wulandari, L. (2019). *Pengelolaan Hutan Tanaman Rakyat Mangrove sebagai Penghasil Bahan Baku Arang di Kabupaten Karimun: Persepsi Masyarakat, Aspek Teknis dan Kelayakan Usaha*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wulder, M.A., Coops, N.C., Roy, D.P., White, J.C., & Hermosilla, T. (2018). Land cover 2.0. *International Journal of Remote Sensing*. 39(12): 4254-4284. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1452075>
- WWF. (2020). 2020's Most Epic Conservation Wins. Worldwildlife.Org. <https://www.worldwildlife.org/stories/2020-s-most-epic-conservation-wins>
- Zeng, Y. (2022). Deforestation and Carbon Sequestration Research at Baima Snow Mountain Nature Reserve, Southwest China. *Proceedings of the 2021 4th International Conference on Humanities Education and Social Sciences (ICHES 2021)*. 615(Ichess): 1873-1877. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211220.318>