

PERENCANAAN PENGGUNAAN LAHAN RENDAH EMISI DI PULAU RUPAT

FAJAR KURNIAWAN



ILMU PERENCANAAN WILAYAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Perencanaan Penggunaan Lahan Rendah Emisi di Pulau Rupert” adalah karya saya dengan arahan komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor

Bogor, Juli 2025

Fajar Kurniawan
A1506211005



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

FAJAR KURNIAWAN. Perencanaan Penggunaan Lahan Rendah Emisi di Pulau Rupat. Dibimbing oleh MUHAMMAD ARDIANSYAH dan SYAIFUL ANWAR.

Penelitian ini mengkaji perencanaan penggunaan lahan rendah emisi sebagai strategi mitigasi perubahan iklim, khususnya pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*). Pulau Rupat dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki dominansi ekosistem gambut yang luas, yakni sekitar 77,39% dari total wilayah daratan 152.371 ha. Wilayah ini mengalami deforestasi serta kebakaran hutan dan lahan yang cukup tinggi pada periode 2015-2020, menjadikannya daerah yang rentan terhadap pelepasan emisi karbon dioksida sekaligus strategis untuk pengendalian emisi berbasis lahan.

Tujuan utama penelitian ini adalah merumuskan arahan perencanaan penggunaan lahan yang berkontribusi terhadap penurunan emisi GRK di Pulau Rupat. Penelitian dilakukan melalui analisis historis perubahan tutupan/penggunaan lahan tahun 2000, 2010, dan 2020, serta pemodelan prediksi perubahan lahan hingga tahun 2040. Perkiraan emisi karbon dilakukan berdasarkan skenario *Business As Usual* (BAU) dan skenario rencana pola ruang Pulau Rupat, sebagai bagian dari Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bengkalis 2022-2042. Pendekatan yang digunakan meliputi analisis spasial dan metode *stock difference* untuk menghitung emisi dari perubahan stok biomassa. Pemodelan proyeksi dilakukan dengan pendekatan *Cellular Automata-Artificial Neural Network* (CA-ANN) menggunakan *plugin* MOLUSCE pada perangkat lunak QGIS, dengan tingkat akurasi model sebesar 0,83.

Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan tutupan/penggunaan lahan yang signifikan dari hutan rawa sekunder menjadi perkebunan dan pertanian lahan kering, terutama pada periode 2010-2020, dengan luas lahan perkebunan mencapai 39.166 ha pada tahun 2020. Tanpa intervensi kebijakan yang mengedepankan penggunaan lahan rendah emisi, tren konversi ini diproyeksikan akan berlanjut hingga tahun 2040. Perkiraan emisi dalam skenario BAU mencapai 3,95 juta ton CO₂, sedangkan pada skenario RTRW menunjukkan potensi penyerapan sebesar 0,5 juta ton CO₂. Penelitian ini merekomendasikan strategi mitigasi, seperti pelestarian hutan rawa primer, pengembangan ekowisata di kawasan lindung dan pemanfaatan lahan tidak produktif untuk budidaya paludikultur. Pendekatan ini akan mendukung target penurunan emisi nasional sekaligus menjaga fungsi ekologis Pulau Rupat. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pertimbangan ilmiah dalam perencanaan wilayah rendah emisi di ekosistem gambut.

Kata kunci: Emisi GRK, LULUCF, prediksi penggunaan lahan, RTRW

SUMMARY

FAJAR KURNIAWAN. Low Emission Land Use Planning in Rupert Island. Supervised by MUHAMMAD ARDIANSYAH and SYAIFUL ANWAR.

This study examines low-emission land use planning as part of climate change mitigation efforts, particularly in reducing greenhouse gas (GHG) emissions from the Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) sector. Rupert Island was selected as the study location due to its dominant peatland ecosystem, which covers approximately 77.39% of the land area of 152,371 hectare. The island experienced significant deforestation and frequent forest fires between 2015 and 2020, making it highly vulnerable to carbon emissions and strategically important for land-use-based emissions control.

The main objective of this research is to formulate land use planning directives that support GHG emission reductions on Rupert Island. The study involved the analysis of historical land cover/use changes for the years 2000, 2010, and 2020, followed by predictive modeling of land use changes up to 2040. Carbon dioxide emissions were derived from two scenarios: Business As Usual (BAU) and the spatial plan scenario based on the Regional Spatial Plan (RTRW) of Bengkalis Regency for 2022–2042. The methodological framework included spatial analysis and the stock difference method to calculate emissions from biomass stock changes. Land-use projections were modeled using the Cellular Automata–Artificial Neural Network (CA-ANN) approach via the MOLUSCE plugin in QGIS software, achieving a model accuracy of 0.83.

The analysis revealed a significant land cover/use changes from secondary swamp forests to plantations and dryland agriculture, especially between 2010 and 2020, with plantation areas expanding to 39,166 hectares by 2020. Without policy interventions promoting low-emission land use, this conversion trend is projected to continue through 2040. Under the BAU scenario, estimated emissions could reach 3.95 million tons of CO₂, indicates a potential carbon sequestration of 0.5 million tons of CO₂. The study recommends mitigation strategies such as conserving primary swamp forests, developing ecotourism in protected areas to preserve carbon stocks, and utilizing unproductive land for paludiculture. These approaches support national emission reduction targets while maintaining the ecological functions of Rupert Island. The findings are expected to contribute as scientific basis for low-emission spatial in peatland ecosystems.

Keywords: GHG emissions, land use change prediction, LULUCF, spatial planning



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERENCANAAN PENGGUNAAN LAHAN RENDAH EMISI DI PULAU RUPAT

FAJAR KURNIAWAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah

**ILMU PERENCANAAN WILAYAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji Pada Ujian Tesis :
1. Dr. Wahyu Iskandar, S.Hut., M.Agr



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Perencanaan Penggunaan Lahan Rendah Emisi di Pulau
Rupat
Nama : Fajar Kurniawan
NIM : A1506211005

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Muhammad Ardiansyah

Pembimbing 2:
Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Andrea Emma Pravitasari, S.P, M.Si
NIP. 198411022012122002

Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr
NIP. 196902121992031003



Tanggal Ujian: 14 Juli 2025

Tanggal Lulus:

06 AUG 2025

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunianya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2023 sampai bulan Desember 2024 ini adalah perubahan iklim, dengan judul “Perencanaan Penggunaan Lahan Rendah Emisi di Pulau Rupat”.

Penulis ucapkan terima kasih kepada para pembimbing yakni Dr. Ir. Muhammad Ardiansyah dan Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Sc. yang telah membimbing dan banyak memberi banyak saran dan masukan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi pembimbing, Dr. Wahyu Iskandar, S.Hut., M.Agr dan pimpinan ujian tesis Dr. Sri Malahayati Yusuf, S.P., M.Si yang telah memberikan dukungan untuk kesempurnaan tesis ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada:

1. Bapak (Paijan) dan Ibu (Siti Chadijah) yang selalu mendoakan kebaikan penulis.
2. Kedua saudari saya yang telah mendukung dan menyemangati saya selama menjalani Pendidikan pascasarjana.
3. Teman teman kuliah PWL reguler tahun 2021 berjuang dan teman sharing berbagi cerita selama menjalani Pendidikan pascasarjana.
4. Bapak Waluyo Yogo Utomo, yang telah mengajak dan menemani saya untuk melakukan penelitian di Pulau Rupat.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan

Bogor, Juli 2025

Fajar Kurniawan

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kerangka Pikir	4
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bengkalis	6
2.2 Gambut dan Ekosistem Gambut	6
2.3 Penggunaan Lahan dan Perubahan Penggunaan Lahan	7
2.4 Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan	8
2.5 Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Penggunaan Lahan, Perubahan Penggunaan Lahan dan Kehutanan	9
METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Jenis dan Sumber Data	12
3.3 Teknis Analisis Data	13
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Perubahan Tutupan/Penggunaan lahan Pulau Rupat	20
4.2 Prediksi Perubahan Tutupan/Penggunaan lahan Pulau Rupat	22
4.3 Estimasi Emisi GRK Pulau Rupat	24
4.4 Rekomendasi Perencanaan Penggunaan Lahan Rendah Emisi Pulau Rupat	28
SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34
RIWAYAT HIDUP	42

DAFTAR TABEL

1. Padanan jenis tutupan lahan KLHK dengan penggunaan lahan IPCC	10
2. Matriks hubungan antara tujuan, jenis data, sumber data, teknik analisis, dan keluaran	13
3. Faktor emisi penggunaan lahan	17
4. Faktor emisi gambut berdasarkan penggunaan lahan	19
5. Perubahan tutupan/penggunaan lahan Pulau Rupert tahun 2000, 2010 dan 2020	20
6. Prediksi perubahan tutupan/penggunaan lahan Pulau Rupert tahun 2030 dan 2040	23
7. Emisi LULUCF, dekomposisi gambut, dan degradasi lahan Pulau Rupert tahun 2000 hingga 2040	25
8. Perkiraan emisi LULUCF tahun 2000-2040 (BAU) dan 2022-2042 (RTRW)	27

DAFTAR GAMBAR

1. Kerangka pemikiran penelitian	5
2. Lokasi penelitian	11
3. Sebaran kawasan dan ketebalan gambut Pulau Rupert	12
4. Diagram alur pengolahan dan analisis data penelitian	14
5. Diagram alir analisis prediksi perubahan lahan	15
6. Tutupan/Penggunaan lahan Pulau Rupert (a) Tahun 2000 (b) Tahun 2010 dan (c) Tahun 2020	20
7. Grafik perubahan tutupan/penggunaan lahan tahun 2000-2010	21
8. Grafik perubahan tutupan/penggunaan lahan tahun 2010-2020	21
9. Prediksi tutupan/penggunaan lahan Pulau Rupert (a) Tahun 2020 (b) Tahun 2030, (b) dan (c) Tahun 2040	23

DAFTAR LAMPIRAN

1. Dokumentasi Survei Lapangan	35
2. Matriks transisi tutupan/penggunaan lahan Pulau Rupert tahun 2000-2010	36
3. Matriks transisi tutupan/penggunaan lahan Pulau Rupert tahun 2010-2020	36
4. Matriks transisi tutupan/penggunaan lahan Pulau Rupert tahun 2020-2030	37
5. Matriks transisi tutupan/penggunaan lahan Pulau Rupert tahun 2020-2040	37
6. Perhitungan Emisi CO ₂ berdasarkan perubahan lahan menjadi lahan hutan	38
7. Perhitungan Emisi CO ₂ berdasarkan perubahan lahan menjadi lahan pertanian	39
8. Perhitungan Emisi CO ₂ berdasarkan perubahan lahan menjadi padang rumput	39
9. Perhitungan Emisi CO ₂ berdasarkan perubahan lahan menjadi pemukiman	40
10. Perhitungan Emisi CO ₂ berdasarkan perubahan lahan menjadi tanah terbuka	40
11. Perhitungan Emisi dekomposisi gambut	41



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University