

lokahita
kelembagaan untuk pembangunan berkelanjutan



Madani



SATYA
BUMI

BRWA

LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Penentuan Nilai Batas Atas “Cap” Perkebunan Sawit di Indonesia

Berdasarkan Perspektif
Daya Dukung dan Daya
Tampung Lingkungan Hidup
(D3TLH)



Laporan Akhir Penelitian

Penentuan Nilai Batas Atas ‘Cap’ Perkebunan Sawit di Indonesia berdasarkan Perspektif Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH)

Kota Bandung, Agustus 2024

Tim Peneliti

Yayasan Lokus Bijak Hijau Lestari (LOKAHITA):

Akhmad Riqqi

Jesika Taradni

Dyah Ayu Retnowati

Dini Aprilia Norvyani

Salsabilla Nur Feranti

Nadya Amanda Utari

Suchi Rahmadani

Fadillah Azhar D.K.

© Yayasan Lokus Bijak Hijau Lestari (LOKAHITA)

Alamat : Jl. Suryalaya X No.3, Cijagra, Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat 40265

Email : info@yayasanlokahita.org

Website : www.yayasanlokahita.org

Peringatan

Laporan akhir ini merupakan hak milik Yayasan Lokus Bijak Hijau Lestari (LOKAHITA), Perkumpulan Sawit Watch, Yayasan Madani Berkelanjutan, Yayasan Satya Bumi, dan Badan Registrasi Wilayah Adat (BRWA). Setiap bentuk reproduksi, penggunaan, dan pemanfaatan oleh pihak ketiga hanya diperbolehkan dengan izin tertulis dari Yayasan LOKAHITA.

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan akhir penelitian ini yang berjudul "*Penentuan Nilai Batas Atas (Cap) Perkebunan Sawit di Indonesia Berdasarkan Perspektif Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup*". Laporan ini merupakan hasil dari penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi batas optimum luasan perkebunan sawit yang dapat ditoleransi oleh lingkungan di berbagai wilayah di Indonesia, dengan mempertimbangkan kapasitas ekosistem untuk mendukung aktivitas perkebunan sawit secara berkelanjutan.

Penelitian ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penelitian ini, baik berupa data, masukan, maupun dukungan teknis dan administratif. Ucapan terima kasih khusus kami sampaikan kepada Perkumpulan Sawit Watch, Yayasan Satya Bumi, dan Yayasan Madani Berkelanjutan yang telah memberikan dukungan finansial dan fasilitas untuk terlaksananya penelitian ini. Kami juga berterima kasih kepada seluruh tim peneliti dan tenaga ahli yang telah bekerja sama dalam penyusunan laporan ini.

Kami menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat kami harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan, terutama dalam perencanaan dan pengelolaan perkebunan sawit di Indonesia yang berkelanjutan.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat menjadi sumbangsih yang berarti bagi pengelolaan lingkungan hidup dan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Bandung, September 2024

Hormat kami,

Tim Peneliti

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi.....	ii
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Tabel.....	vii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Laporan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Penilaian Lahan Perkebunan Sawit Berdasarkan <i>Multi Criteria Analysis</i>	5
2.2 Konsep Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH).....	5
2.3 Jejak Ekologis	7
2.4 Kesesuaian Fisik Lahan.....	8
2.5 Kebijakan dan Regulasi Terkait	9
Bab 3 Metodologi Penelitian	10
3.1 Data	10
3.2 Metode.....	14
Bab 4 Hasil Penelitian	17
4.1 Nilai Batas Atas ‘Cap’ Perkebunan Sawit Indonesia	17
4.2 Nilai Batas Atas ‘Cap’ Perkebunan Sawit setiap Pulau/Kepulauan	19
4.2.1 Pulau Sumatera.....	19
4.2.2 Pulau Jawa	27
4.2.3 Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara	36
4.2.4 Pulau Kalimantan	41
4.2.5 Pulau Sulawesi	50

4.2.6	Kepulauan Maluku.....	60
4.2.7	Pulau Papua.....	71
Bab 5	Kesimpulan dan Rekomendasi.....	81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Rekomendasi.....	83
	Daftar Pustaka.....	84

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Ilustrasi jejak ekologis	7
Gambar 3.1	Metodologi penentuan nilai batas atas perkebunan sawit di Indonesia ..	14
Gambar 4.1	Nilai batas atas (cap) perkebunan sawit setiap pulau/kepulauan di Indonesia berdasarkan perspektif daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup (D3TLH)	17
Gambar 4.2	Luas perkebunan sawit tahun 2022, nilai batas atas (cap) perkebunan sawit, kebutuhan lahan perkebunan sawit, persentase daya dukung perkebunan sawit untuk memenuhi kebutuhan penduduk setiap pulau/kepulauan di Indonesia	18
Gambar 4.3	Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit di Pulau Sumatera tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan	20
Gambar 4.4	Peta penutup/penggunaan lahan di Pulau Sumatera (a) eksisting tahun 2022 dan (b) model kesesuaian fisik lahan	21
Gambar 4.5	Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Sumatera tahun 2022.....	23
Gambar 4.6	Peta penutup/penggunaan lahan di Pulau Sumatera (a) model kesesuaian fisik lahan dan (b) model kesesuaian lahan dengan variabel pembatas..	24
Gambar 4.7	Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Sumatera	25
Gambar 4.8	Proporsi alokasi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Sumatera tahun 2022 .	26
Gambar 4.9	Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Jawa tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan	28
Gambar 4.10	Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Jawa tahun 2022....	29
Gambar 4.11	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Pulau Jawa	31
Gambar 4.12	Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Jawa tahun 2022	32
Gambar 4.13	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Pulau Jawa	33
Gambar 4.14	Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Jawa	34
Gambar 4.15	Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Jawa tahun 2022	35
Gambar 4.16	Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022.....	37

Gambar 4.17	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara	38
Gambar 4.18	Peta gabungan Variabel Pembatas di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022	39
Gambar 4.19	Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022.....	40
Gambar 4.20	Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Kalimantan tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan	42
Gambar 4.21	Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Kalimantan tahun 2022	43
Gambar 4.22	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Pulau Kalimantan	45
Gambar 4.23	Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Kalimantan tahun 2022	46
Gambar 4.24	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Pulau Kalimantan	47
Gambar 4.25	Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Kalimantan	48
Gambar 4.26	Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022 ..	49
Gambar 4.27	Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Sulawesi tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan	51
Gambar 4.28	Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022	52
Gambar 4.29	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Pulau Sulawesi.....	54
Gambar 4.30	Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022	55
Gambar 4.31	Contoh alokasi lahan Perkebunan Sawit pada model kesesuaian fisik lahan (a) yang dikembalikan sebagai PPL eksisting karena berada pada Variabel Pembatas (b) di Pulau Sulawesi.....	56
Gambar 4.32	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Pulau Sulawesi.....	57
Gambar 4.33	Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Sulawesi.....	58
Gambar 4.34	Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022 ..	59
Gambar 4.35	Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Kepulauan Maluku tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan	61
Gambar 4.36	Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022.....	62

Gambar 4.37	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Kepulauan Maluku.....	64
Gambar 4.38	Peta gabungan Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku tahun 2022.....	66
Gambar 4.39	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Kepulauan Maluku	67
Gambar 4.40	Contoh lokasi alokasi PPL (a) sebelum diterapkan Variabel Pembatas dan (b) setelah diterapkan Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku	68
Gambar 4.41	Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting Kepulauan Maluku	69
Gambar 4.42	Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku	70
Gambar 4.43	Luas kebutuhan lahan perkebunan sawit per kapita per tahun di Pulau Papua.....	71
Gambar 4.44	Peta sebaran PPL eksisting di Pulau Papua Tahun 2022.....	72
Gambar 4.45	Peta kesesuaian fisik lahan di Pulau Papua.....	74
Gambar 4.46	Peta gabungan sebaran variabel pembatas di Pulau Papua tahun 2022 .	75
Gambar 4.47	Contoh lokasi alokasi yang dikembalikan ke PPL eksisting karena berada pada area dengan Variabel Pembatas di Pulau Papua.	76
Gambar 4.48	Peta hasil model kesesuaian fisik lahan di Pulau Papua dengan menggunakan Variabel Pembatas	77
Gambar 4.49	Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting	79
Gambar 4.50	Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Papua tahun 2022.....	80

Daftar Tabel

Tabel 3.1	Data statistik untuk kebutuhan kalkulator jejak ekologis.....	10
Tabel 3.2	Data parameter fisik untuk mengukur kesesuaian lahan perkebunan sawit	11
Tabel 3.3	Variabel pembatas yang digunakan dalam kajian	12
Tabel 4.1	Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Sumatera tahun 2022	20
Tabel 4.2	Luas kesesuaian fisik lahan di Pulau Sumatera tahun 2022.....	22
Tabel 4.3	Luas Variabel Pembatas di Pulau Sumatera tahun 2022	22
Tabel 4.4	Luas kesesuaian fisik lahan di Pulau Sumatera tahun 2022 dengan mempertimbangkan variabel pembatas.....	25
Tabel 4.5	Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sumatera.....	26
Tabel 4.6	Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Jawa tahun 2022	29
Tabel 4.7	Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022	30
Tabel 4.8	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan di Pulau Jawa tahun 2022	31
Tabel 4.9	Luas Variabel Pembatas di Pulau Jawa tahun 2022.....	32
Tabel 4.10	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Jawa tahun 2022	33
Tabel 4.11	Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Jawa	35
Tabel 4.12	Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022.....	36
Tabel 4.13	Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022	37
Tabel 4.14	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022	40
Tabel 4.15	Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara	41
Tabel 4.16	Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Kalimantan tahun 2022	43
Tabel 4.17	Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Kalimantan tahun 2022.....	44
Tabel 4.18	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan di Pulau Kalimantan tahun 2022	44
Tabel 4.19	Luas Variabel Pembatas di Pulau Kalimantan tahun 2022.....	46

Tabel 4.20	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Kalimantan tahun 2022 ..	47
Tabel 4.21	Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sulawesi.....	49
Tabel 4.22	Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022	52
Tabel 4.23	Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022	53
Tabel 4.24	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan di Pulau Sulawesi tahun 2022	53
Tabel 4.25	Luas Variabel Pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022	55
Tabel 4.26	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022.....	57
Tabel 4.27	Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sulawesi.....	59
Tabel 4.28	Luas kebutuhan dan luas PPL eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022 ..	61
Tabel 4.29	Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022	63
Tabel 4.30	Luas kesesuaian fisik lahan di Kepulauan Maluku	63
Tabel 4.31	Luas Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku tahun 2022	65
Tabel 4.32	Luas kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas	68
Tabel 4.33	Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Kepulauan Maluku	70
Tabel 4.34	Luas jenis PPL eksisting di Pulau Papua Tahun 2022.....	72
Tabel 4.35	Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Papua tahun 2022	73
Tabel 4.36	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasarkan model kesesuaian fisik lahan di Pulau Papua tahun 2022	73
Tabel 4.37	Luas Variabel Pembatas di Pulau Papua tahun 2022	75
Tabel 4.38	Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Papua tahun 2022.....	78
Tabel 4.39	Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Papua	80

Bab 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sawit merupakan komoditas perkebunan utama dan unggulan di Indonesia. Luas perkebunan sawit di Indonesia diperkirakan mencapai 16,834 juta ha pada tahun 2023 (Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2022). Sementara itu, luas tutupan perkebunan sawit yang telah ditetapkan oleh pemerintah dalam Keputusan Menteri Pertanian Nomor 833/KPTS/SR.020/M/12/2019 Tentang Penetapan Luas Tutupan Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2019 adalah 16,381 juta ha.

Permintaan sawit secara global setiap tahunnya selalu meningkat 4% (Sawit Watch, 2021). Selain permintaan ekspor sawit, terdapat pula peningkatan kebutuhan sawit untuk pelaksanaan Program Biodiesel Indonesia berupa B35 yang menggunakan 35% bahan bakar nabati berupa minyak sawit sebagai bahan campuran dengan BBM diesel. Sebagai upaya pemenuhan peningkatan kebutuhan sawit tersebut, terjadi peningkatan (ekspansi) lahan perkebunan sawit. Secara umum, telah terjadi peningkatan lahan perkebunan sawit yang dikonversi dari tutupan lahan hutan di Pulau Sulawesi, Maluku, Papua, serta pulau-pulau kecil lainnya (Sawit Watch, 2021).

Perubahan tutupan lahan hutan karena ekspansi perkebunan sawit dapat berdampak pada perubahan ekologi kawasan tersebut. Ekspansi perkebunan sawit dapat mempengaruhi penurunan jasa lingkungan hidup (JLH) seperti penurunan JLH pendukung keanekaragaman hayati, JLH penyedia pangan, JLH pengaturan bencana (peningkatan bencana banjir), serta JLH pengaturan iklim (perubahan suhu udara) (Amalia dkk., 2019). Perubahan tutupan lahan hutan akibat ekspansi perkebunan sawit juga dapat mempengaruhi target pencapaian FOLU Net Sink 2030, target pengurangan emisi dalam Enhanced NDC 2030, serta target pembangunan rendah karbon berketahanan iklim dalam RPJPN 2025-2045 karena terjadi pelepasan emisi karbon. Maka dari itu, diperlukan pengkajian nilai batas atas (cap) tutupan perkebunan sawit berdasarkan perspektif Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH) sebagai upaya pembatasan ekspansi perkebunan sawit agar terjadi keseimbangan untuk mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lain.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah utama dari penelitian ini yaitu menjawab pertanyaan "Berapa batas atas (cap) luasan perkebunan sawit berdasarkan perspektif D3TLH di Indonesia dan bagaimana status luas perkebunan sawit eksisting terhadap batas atas tersebut?".

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai batas atas (cap) perkebunan sawit di Indonesia berdasarkan perspektif Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat yang luas dalam aspek lingkungan, sosial, ekonomi, serta perumusan kebijakan pemerintah. Dengan menggunakan pendekatan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH), penelitian ini membantu dalam mengidentifikasi batas atas (cap) perkebunan sawit di Indonesia, sehingga dapat menjadi dasar untuk perencanaan yang lebih berkelanjutan. Berikut adalah manfaat penelitian ini dalam berbagai aspek:

1. Aspek Lingkungan

Penelitian ini membantu mengidentifikasi batas aman ekspansi perkebunan sawit berdasarkan D3TLH di semua pulau/kepulauan Indonesia. Dengan menetapkan batas atas (cap), penelitian ini dapat mengurangi risiko deforestasi yang tidak terkendali, degradasi lahan, serta hilangnya keanekaragaman hayati akibat konversi ekosistem alami menjadi perkebunan sawit. Kajian ini juga memastikan bahwa ekspansi perkebunan sawit tetap berada dalam kapasitas ekologis yang dapat diterima, sehingga dapat menekan dampak negatif seperti kebakaran hutan dan peningkatan emisi karbon. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam penyusunan kebijakan lingkungan yang lebih berbasis data dan mendukung target nasional dalam pengurangan emisi gas rumah kaca.

2. Aspek Sosial

Penetapan batas atas (cap) perkebunan sawit melalui pendekatan D3TLH dapat membantu mengurangi konflik sosial akibat ekspansi lahan yang tidak sesuai dengan peruntukan tata ruang dan hak masyarakat adat. Banyak perkebunan sawit saat ini beroperasi di lahan yang seharusnya digunakan untuk fungsi lain, termasuk hutan

adat dan lahan pertanian masyarakat. Dengan adanya penelitian ini, pemerintah dan pemangku kepentingan memiliki dasar ilmiah dalam menentukan kebijakan tata guna lahan yang lebih adil dan berkelanjutan, serta memastikan bahwa kepentingan masyarakat lokal tetap terlindungi.

3. Aspek Ekonomi

Penelitian ini berkontribusi dalam memastikan pertumbuhan industri sawit yang lebih stabil dan berkelanjutan, dengan mempertimbangkan keseimbangan antara produktivitas dan daya dukung lingkungan. Dengan menentukan batas atas (cap), penelitian ini dapat membantu mencegah ekspansi sawit yang berlebihan, yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan produktivitas akibat degradasi lahan dan konflik kepentingan dalam pemanfaatan sumber daya. Studi ini juga mendukung pengambilan kebijakan ekonomi yang lebih strategis, dengan menyoroti hasil kajian dari CELIOS (2024) bahwa skenario moratorium izin dan *replanting* yang terbukti lebih menguntungkan dibanding ekspansi lahan baru. Kajian ini menunjukkan bahwa strategi pengelolaan perkebunan sawit berbasis cap dapat meningkatkan daya saing industri sawit di pasar global yang semakin menuntut keberlanjutan, seperti regulasi EUDR yang diterapkan Uni Eropa.

4. Aspek Kebijakan Pemerintah

Penelitian ini memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan perkebunan sawit yang lebih berkelanjutan. Dengan menetapkan batas atas (cap) berdasarkan D3TLH, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pembuatan regulasi terkait moratorium izin baru, optimalisasi produktivitas tanpa ekspansi, serta kebijakan terkait *replanting*. Selain itu, penelitian ini juga mendukung upaya pemerintah dalam mencapai target pengurangan emisi karbon dan perencanaan penggunaan lahan yang lebih efisien. Dengan adanya pendekatan berbasis D3TLH, penelitian ini dapat membantu pemerintah menyusun kebijakan yang tidak hanya meningkatkan manfaat ekonomi industri sawit, tetapi juga memperbaiki tata kelola lingkungan dan sosial di sektor ini.

Dengan berbagai manfaat tersebut, penelitian ini berkontribusi dalam menjembatani kepentingan ekonomi dan lingkungan dalam tata kelola industri sawit di Indonesia. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah yang dapat digunakan oleh pemerintah, industri, dan masyarakat sipil dalam mewujudkan sektor sawit yang lebih produktif, adil, dan berkelanjutan.

1.5 Sistematika Laporan

1. BAB 1: Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, masalah penelitian, tujuan, ruang lingkup, dan manfaat yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan.

2. BAB 2: Tinjauan Pustaka

Pada bab ini akan dijelaskan konsep D3TLH, diikuti dengan pembahasan penelitian-penelitian sebelumnya serta penjabaran singkat kebijakan terkait yang menjadi konstruksi dasar dari penelitian ini.

3. BAB 3: Metodologi Penelitian

Kemudian pada bab metode akan dibahas secara detil terkait dengan data-data yang dibutuhkan dan metode pengolahan data yang digunakan

4. BAB 4: Hasil Penelitian

Pada bab hasil akan divisualisasikan hasil-hasil salah satunya batas atas “cap” perkebunan sawit secara nasional dan hasil untuk setiap pulau beserta penjelasan dari hasil yang didapatkan.

5. BAB 6: Kesimpulan dan Rekomendasi

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapat dalam penelitian yang telah dilakukan beserta saran untuk penyempurnaan maupun pengembangan penelitian kedepannya. Kemudian akan disampaikan juga terkait dengan rekomendasi baik dari aspek teknis terkait metodologi penelitian maupun rekomendasi yang sifatnya substansial berdasarkan hasil yang diperoleh.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

2.1 Penilaian Lahan Perkebunan Sawit Berdasarkan *Multi Criteria Analysis*

Analisis multi-kriteria (*Multi Criteria Analysis* (MCA)) merupakan salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam penilaian lahan perkebunan sawit berkelanjutan. MCA telah diterapkan secara efektif dalam kajian lingkungan strategis, terutama untuk menyeimbangkan tuntutan penggunaan lahan yang saling bersaing dalam perkebunan sawit. Wong, dkk. (2023) menerapkan analisis multi-kriteria yang dikombinasikan dengan data dari pesawat tak berawak (UAV) untuk memetakan tutupan lahan dan mengklasifikasikan lahan yang sesuai untuk budidaya sawit di Malaysia. Pada analisis tersebut, mereka mempertimbangkan indikator perlindungan erosi di lereng; vegetasi daerah peralihan antara sungai dengan daratan; indeks kejernihan air; modifikasi saluran; dan konektivitas dan kualitas bentang alam. Metode lain melibatkan analisis tren konversi lahan, menggunakan data resolusi tinggi dan kriteria lingkungan, penelitian Zhao et al. (2024) menyoroti bahwa lahan yang tersisa dan layak untuk budidaya sawit terbatas, terutama karena adanya batasan lingkungan seperti iklim, tanah, bentuk lahan/medan, area yang dilindungi, biomassa, lahan gambut, dan tutupan lahan. Penelitian Zhao, dkk. (2024) tersebut memberikan wawasan penting bagi keseimbangan antara kebutuhan pembangunan ekonomi dengan perlindungan ekosistem, serta menawarkan data yang berharga bagi para pembuat kebijakan untuk memandu ekspansi perkebunan yang berkelanjutan. Penelitian lain oleh Manorama, dkk. (2024) menerapkan Analisis Keputusan Multikriteria (*Multi Criteria Decision Analysis* (MCDA)) dalam kerangka Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengidentifikasi dan memetakan area potensial untuk budidaya sawit. Penelitian tersebut mengintegrasikan faktor lingkungan (curah hujan tahunan, suhu, kemiringan, lama periode kering yang terus menerus, dan kedalaman tanah) untuk mengevaluasi kesesuaian lahan untuk pengembangan perkebunan berkelanjutan.

2.2 Konsep Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH)

Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung peri kehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya (UU Nomor 32 Tahun 2009). Dalam konsep ekologi, DDLH ini dapat dipahami sebagai hubungan antara *supply* dan *demand* dalam ekosistem, di mana jasa ekosistem yang tersedia menjadi faktor pembatas bagi jumlah populasi dan aktivitas manusia yang dapat dipenuhi kebutuhannya oleh jasa ekosistem (Rees, 1990). Jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi yang dapat ditopang oleh ekosistem sangat bergantung pada kapasitas

lingkungan dalam menyediakan sumber daya alam serta jasa ekosistem yang diperlukan untuk kehidupan.

Sementara itu, Daya Tampung Lingkungan Hidup (DTLH) adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya (UU Nomor 32 Tahun 2009). Konsep ini berkaitan dengan kapasitas lingkungan dalam menampung limbah dan emisi tanpa mengalami degradasi ekosistem yang berlebihan. Jika daya tampung ini terlampaui, maka akan terjadi pencemaran dan degradasi lingkungan yang dapat mengancam keberlanjutan ekosistem serta kehidupan manusia di sekitarnya.

Dalam konteks perkebunan sawit, pemanfaatan lahan harus memperhatikan DDLH dan DTLH agar ekspansi perkebunan tidak menyebabkan kerusakan lingkungan hidup dalam jangka panjang. Mengingat kebutuhan manusia terhadap produk sawit, baik untuk konsumsi domestik maupun ekspor, pertumbuhan industri sawit harus diselaraskan dengan kapasitas ekosistem dalam menyediakan sumber daya dan menyerap dampak lingkungan yang ditimbulkan. Jika tidak dikelola dengan baik, ekspansi sawit yang tidak memperhitungkan D3TLH dapat menyebabkan deforestasi, kebakaran hutan, hilangnya keanekaragaman hayati, serta peningkatan emisi karbon, yang pada akhirnya berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Pentingnya mempertimbangkan D3TLH dalam perencanaan perkebunan sawit juga selaras dengan berbagai regulasi di Indonesia. UU 32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) Pasal 12 Ayat (2) menyebutkan bahwa apabila Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH) belum tersusun, maka pemanfaatan sumber daya alam harus dilaksanakan berdasarkan D3TLH. Selain itu, UU 26/2007 tentang Penataan Ruang menegaskan bahwa penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) harus memperhatikan D3TLH, sehingga keseimbangan antara pembangunan dan kelestarian lingkungan dapat terjaga.

D3TLH juga menjadi salah satu muatan kajian mendasar dalam evaluasi RTRW, RPJP, RPJMN/RPJMD, serta Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS). Namun, masih banyak kebijakan pembangunan yang belum sepenuhnya mempertimbangkan aspek ini, terbukti dari maraknya bencana lingkungan yang terjadi akibat degradasi ekosistem dan eksploitasi sumber daya alam yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, perencanaan dan pengelolaan lingkungan berbasis D3TLH menjadi langkah penting dalam mewujudkan pembangunan yang lebih berkelanjutan.

Dengan memahami kapasitas D3TLH, industri sawit dapat diarahkan untuk beroperasi dalam batas yang aman secara ekologis dan sosial. Kajian ini menjadi landasan bagi

kebijakan yang lebih berbasis data dalam menentukan batas atas luasan perkebunan sawit, membatasi ekspansi yang tidak berkelanjutan, serta mengoptimalkan produktivitas tanpa merusak keseimbangan lingkungan. Dengan demikian, integrasi konsep D3TLH dalam tata kelola perkebunan sawit tidak hanya membantu menjaga keberlanjutan ekosistem, tetapi juga mendukung pencapaian target pembangunan ekonomi dan pengurangan emisi karbon secara nasional.

2.3 Jejak Ekologis

Jejak ekologis merupakan suatu pendekatan kuantifikasi kebutuhan manusia akan sumber daya yang berkaitan dengan luas lahan produktif yang dapat menyediakan sumber daya tersebut (Wackernagel & Rees, 1996). Karena permukaan Bumi terbatas, maka ketersediaan lahan produktif dan jumlah sumber daya yang dapat diproduksi setiap tahun juga terbatas. Oleh karena itu, penggunaan satuan luas sebagai ukuran penyediaan sumber daya dipilih untuk merepresentasikan bahwa berbagai jasa ekosistem dan sumber daya ekologis disediakan oleh permukaan Bumi (Wackernagel dkk., 2005).



Gambar 2.1 Ilustrasi jejak ekologis
(Sumber: WWF Japan and Global Footprint Network; Ecological Footprint for Sustainable Living in Japan)

Dari sisi *demand*, jejak ekologis mengukur kebutuhan tiap orang akan makanan yang bersumber dari tumbuhan, serat, ternak, ikan, kebutuhan akan kayu dan sumber daya hutan lainnya, ruang dan infrastruktur, dan hutan untuk menyerap emisi karbon. Dari sisi *supply*, biokapasitas suatu wilayah merepresentasikan produktivitas lahan dan perairan, yang

mencakup lahan hutan, pertanian, perikanan, padang rumput, dan lahan terbangun (Global Footprint Network, 2024).

Keterbatasan luas lahan menjadi kapasitas/kemampuan lingkungan hidup dalam menghasilkan sumber daya untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup manusia. Maka, lahan perlu dialokasikan dengan memperhatikan DDLH agar tidak melampaui kapasitasnya, salah satunya dengan menggunakan pendekatan jejak ekologis. Pendekatan jejak ekologis digunakan untuk menghubungkan antara kebutuhan manusia akan sumber daya (dalam usulan penelitian ini salah satunya sawit) terhadap luas lahan produktif yang tersedia beserta dengan kapasitas DDLH-nya.

2.4 Kesesuaian Fisik Lahan

Penilaian kesesuaian lahan merupakan tahapan dasar dalam pengelolaan lahan (McDonald & Brown, 1984). Penilaian kesesuaian lahan didefinisikan sebagai proses identifikasi pola spasial penutup/penggunaan lahan yang paling sesuai menurut ketentuan, preferensi, atau prediksi dari aktivitas tertentu (Malczewski, 2004; Stoms dkk., 2002). Dalam penilaian kesesuaian lahan, informasi penggunaan lahan dan data fisik menjadi sumber data dasar (Roberts dkk., 1979). Penilaian kesesuaian lahan direpresentasikan berupa model dengan memperhitungkan kriteria-kriteria tertentu untuk menilai kesesuaian lahan.

Berdasarkan metodologi yang digunakan, model kesesuaian lahan dapat berupa model deterministik dan model stokastik (probabilistik) (Demers, 1997). Model deterministik didasarkan pada fungsi hubungan dan interaksi yang telah diketahui, sedangkan model stokastik didasarkan pada probabilitas statistik. Model probabilistik dikembangkan karena adanya ketidakpastian pada hubungan atau interaksi antar komponen pada model. Menurut (Verburg dkk., 2013), ketidakpastian dalam pemodelan dapat muncul karena pengetahuan pembuat model yang tidak lengkap, data yang tidak lengkap, dan/atau banyaknya penyederhanaan dalam merepresentasikan model. Secara khusus dalam bidang lingkungan, ketidakpastian muncul karena dampak lingkungan bersifat spesifik untuk setiap lokasi, perubahan lingkungan mempengaruhi lahan dengan cara yang berbeda-beda untuk setiap lokasi, sehingga ketidakpastian dalam hasil penilaian bervariasi secara spasial. Penilaian spasial dengan ketidakpastian utamanya ditujukan untuk data statik dan model fisik (Heuvelink dkk., 2010; Nol dkk., 2010), dan beberapa diintegrasikan dengan penilaian berbasis skenario (Verburg dkk., 2013).

Pada penelitian ini, selain memperhitungkan kebutuhan, batas atas luas perkebunan sawit juga harus memperhatikan kesesuaian fisik lokasinya. Berdasarkan Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit, 2021), secara

umum terdapat tiga (3) syarat tumbuh untuk perkebunan sawit, yaitu kondisi iklim, bentuk wilayah, dan kondisi tanah. Secara lebih rinci, terdapat 12 parameter fisik untuk mengukur kesesuaian lahan perkebunan sawit yang disajikan pada Tabel 3.2 dalam subbab 3.1.

2.5 Kebijakan dan Regulasi Terkait

Perubahan tutupan lahan hutan akibat ekspansi perkebunan sawit berpotensi menghambat pencapaian target nasional terkait lingkungan terkait pengurangan emisi karbon, seperti FOLU Net Sink 2030, target pengurangan emisi dalam Enhanced NDC 2030, serta pembangunan rendah karbon berketahanan iklim dalam RPJPN 2025-2045. Terdapat beberapa kebijakan terkait perubahan penutupan lahan menjadi perkebunan sawit meliputi:

1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
2. Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan;
3. Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Nilai Ekonomi Karbon;
4. Instruksi Presiden Nomor 8 Tahun 2018 tentang Penundaan dan Evaluasi Perizinan Perkebunan Kelapa Sawit serta Peningkatan Produktivitas Perkebunan Kelapa Sawit (Moratorium Sawit); dan
5. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.83/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2016 tentang Perhutanan Sosial.

Selain itu, terdapat dokumen perencanaan terkait yang mengatur terkait perkebunan sawit meliputi Rencana Kehutanan Tingkat Nasional (RKTN) Tahun 2011-2030 dan juga Rencana Strategis Nasional untuk Penurunan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan (REDD+).

Bab 3 Metodologi Penelitian

3.1 Data

Terdapat tiga (3) kelompok data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data statistik untuk kebutuhan kalkulator jejak ekologis, data parameter fisik, dan variabel pembatas. Rincian setiap data beserta sumber datanya adalah sebagai berikut.

1. Data statistik untuk kebutuhan kalkulator

Secara umum, terdapat data statistik untuk kebutuhan kalkulator jejak ekologis meliputi beberapa aspek seperti kebutuhan manusia akan pangan, pakaian/tekstil, ruang tempat tinggal dan ruang publik (infrastruktur), dan juga energi yang membutuhkan lahan untuk menghasilkan sumber daya yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan hidup tersebut. Lebih lanjut terkait rincian data statistik tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data statistik untuk kebutuhan kalkulator jejak ekologis

Sektor Kebutuhan	Jenis Data	Sumber Data
Pangan	Data konsumsi pangan penduduk	Data Statistik Ketahanan Pangan Tahun 2020 dan 2022 (Kementerian Pertanian, 2023)*
	Data kandungan energi bahan pangan	Data Statistik Ketahanan Pangan Tahun 2014 (Kementerian Pertanian, 2015)*
	Data Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM)	Data Statistik Ketahanan Pangan Tahun 2014 (Kementerian Pertanian, 2015) dan Universitas Negeri Yogyakarta (https://staffnew.uny.ac.id/upload/132318122/pendidikan/DKBM-Indonesia.pdf)*
	Data jumlah produksi setiap jenis bahan pangan	Laman Statistik Pertanian, Kementerian Pertanian (https://bdsp2.pertanian.go.id/bdsp)*
	Data luas panen setiap jenis bahan pangan	Laman Statistik Pertanian, Kementerian Pertanian (https://bdsp2.pertanian.go.id/bdsp)*
	Data <i>footprint intensity</i> untuk beberapa jenis bahan pangan	Literatur pembuatan jejak ekologis yang dikembangkan oleh Universitas Michigan (2003) dan dari Working Guidebook to the National Footprint Accounts oleh Global Footprint Network (Lin <i>et al.</i> , 2017)*
	Data luas lahan sawah irigasi dan non-irigasi	Statistik Lahan Pertanian Tahun 2022 (Kementerian Pertanian, 2023)*
	Data produksi ikan	Badan Pusat Statistik Tahun 2023 (Provinsi dalam Angka Tahun 2022)*
	Data luas tambak	Peta Penutup Lahan
Pakaian/tekstil	Data jumlah produksi kapas	Statistika Perkebunan Nasional 2021-2023*
	Data luas panen kapas	Statistika Perkebunan Nasional 2021-2023*
	Data intensitas produksi kapas dalam 1 tahun	Statistika Perkebunan Nasional 2021-2023*

Sektor Kebutuhan	Jenis Data	Sumber Data
Infrastruktur dan kayu (tempat tinggal dan ruang publik)	Standar kebutuhan ruang setiap orang untuk tempat tinggal	Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah No. 403/KPTS/M/2002*
	Standar kebutuhan ruang untuk sarana dan prasarana publik	SNI 03-1733-2004*
	Data <i>footprint intensity</i> kayu bulat	Literatur pembuatan jejak ekologis yang dikembangkan oleh Universitas Michigan (2003) dan dari Working Guidebook to the National Footprint Accounts oleh Global Footprint Network (Lin <i>et al.</i> , 2017) dan hasil perhitungan (2018)*
Energi	Konsumsi tenaga listrik per kapita dan per pelanggan	Statistik PLN Tahun 2021*
	Sarana penyediaan tenaga listrik PLN	Statistik PLN Tahun 2022*
Sawit	Konsumsi untuk pangan	Databoks Tahun 2024 (https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2024/03/14/konsumsi-sawit-untuk-biodiesel-meningkat-lampauipangan)*
	Konsumsi untuk biodiesel	Databoks Tahun 2024 (https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2024/03/14/konsumsi-sawit-untuk-biodiesel-meningkat-lampauipangan)*
	Konsumsi untuk oleokimia	Databoks Tahun 2024 (https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2024/03/14/konsumsi-sawit-untuk-biodiesel-meningkat-lampauipangan)*
Emisi	Faktor emisi dan penggunaan energi	Bappenas Tahun 2014 (Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi GRK Sektor Berbasis Energi)*
	Faktor emisi untuk setiap jenis hutan	UNFCC (National Forest Reference Emission Level for Deforestation and Forest Degradation)*
Ketersediaan air	Data statistik ketersediaan air permukaan di Indonesia	Kementerian PUPR, 2016*
Penutup Lahan	Peta penutup lahan	KLHK Tahun 2022
	Peta kawasan hutan	KLHK Tahun 2021
	Data sebaran sawit	Sawit Watch, 2022

*open data

2. Data parameter fisik:

Terdapat data berupa penutup lahan dan ekoregion serta 12 parameter fisik untuk mengukur kesesuaian lahan perkebunan sawit yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Data parameter fisik untuk mengukur kesesuaian lahan perkebunan sawit

No	Variabel	Sumber Data
1	Penutup lahan	KLHK, 2022
2	Ekoregion	KLHK, 2021
3	Persebaran sawit	Sawit watch, 2024
4	Curah hujan	CHIRPS, 2022*
5	Bulk density	FAO, 2023*

No	Variabel	Sumber Data
6	Ketersediaan air	Kementerian PUPR
7	Suhu permukaan tanah	Landsat 8 OLI NASA*
8	<i>Organic carbon content</i>	FAO, 2023*
9	pH tanah	FAO, 2023*
10	Kelerengan	SRTM NASA, 2000*
11	Elevasi	SRTM NASA, 2000*
12	<i>Total nitrogen content</i>	FAO, 2023*
13	<i>Terrain ruggedness index</i>	SRTM NASA, 2000*
14	<i>Topographic Wetness Index</i>	SRTM NASA, 2000*

*open data

3. Variabel pembatas

Pada kajian cap perkebunan sawit ini, digunakan variabel pembatas yang memiliki nilai penting untuk kelangsungan kehidupan baik secara langsung (mata air, lahan terbangun, dll.) maupun tidak langsung (kesatuan hidrologis gambut, karst, mangrove, dll.). Fungsi dari variabel pembatas tersebut adalah untuk mempertahankan upaya perlindungan keanekaragaman hayati dan habitatnya dari ekspansi perkebunan sawit. Penerapan variabel pembatas pada model kandidat lokasi perkebunan sawit (keluaran tahap 3) akan menghasilkan lokasi perkebunan sawit yang sudah terlepas dari variabel pembatas tersebut. Variabel pembatas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Variabel pembatas yang digunakan dalam kajian

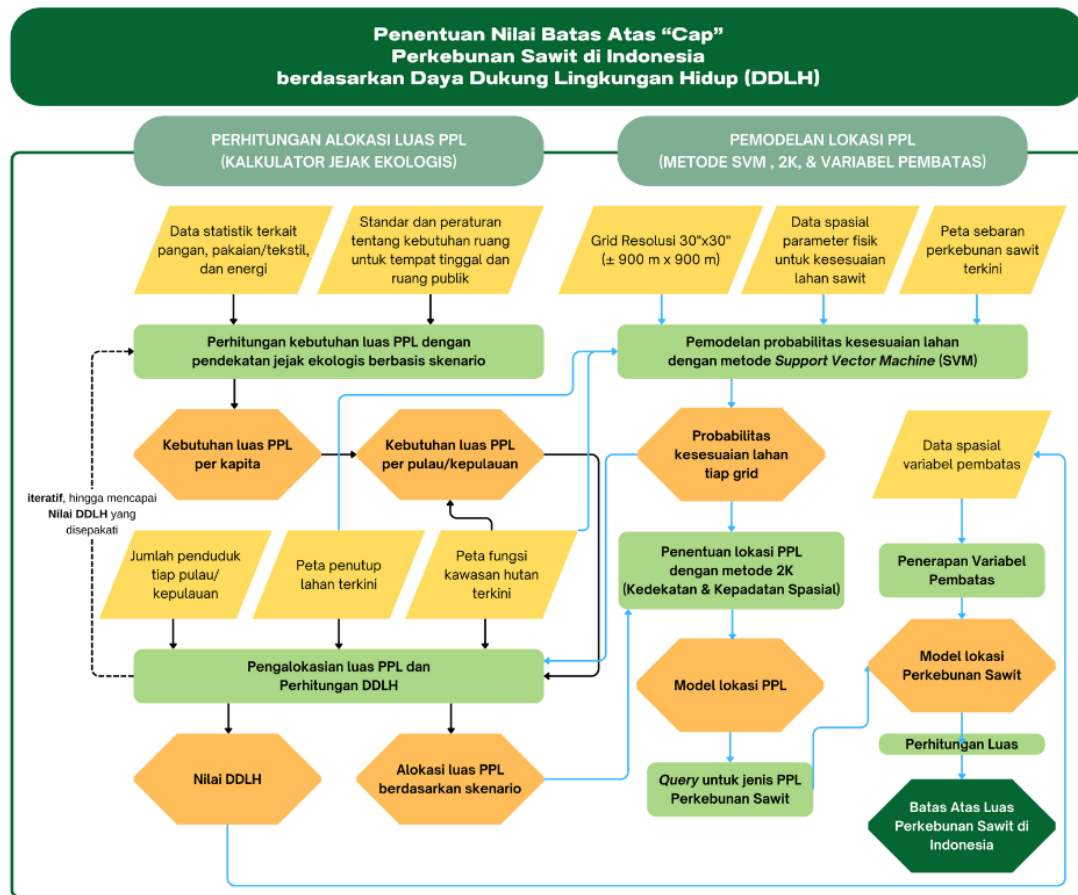
No	Variabel	Sumber Data	Keterangan
1	Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) penyedia air berdasarkan <i>water district</i> (WD)	Kementerian PUPR, 2016	Diambil WD yang memiliki DDLH penyedia air yang telah defisit.
2	Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	KLHK, 2023	Ekosistem gambut yang saling terhubung satu sama lain oleh aliran air (permukaan dan bawah tanah), meliputi lahan gambut dalam dengan fungsi gambut lindung dan gambut budidaya.
3	Karst	Kementerian Pertanian, 2023	Bentang alam yang terbentuk dari pelarutan batuan kapur sehingga menghasilkan formasi geologi dan aliran sungai bawah tanah.
4	Mangrove	KLHK, 2023	Ekosistem hutan Pantai yang berfungsi untuk mencegah erosi dan abrasi pantai.
5	Kawasan konservasi dan hutan lindung	KLHK, 2023	Kawasan konservasi meliputi: <ul style="list-style-type: none"> • Kawasan Suaka Alam (KSA): Cagar Alam dan Suaka Margasatwa • Kawasan Pelestarian Alam (KPA): Taman Nasional, Taman Wisata Alam, Taman Hutan Raya, dan Taman Buru
6	Penutup lahan hutan primer dan sekunder	KLHK, 2022	Penutup lahan berupa hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove primer, hutan rawa primer, hutan mangrove sekunder, hutan rawa sekunder

No	Variabel	Sumber Data	Keterangan
7	Mata Air	KLHK, 2022	Titik air tanah mengalir ke permukaan bumi secara alami melalui celah di lapisan batuan.
8	Kelerengan di atas 30%	DEM SRTM NASA, 2000*	Kemiringan tanah / lereng yang memiliki sudut kemiringan lebih dari 30 derajat. Memiliki risiko erosi, longsor, dan degradasi tanah karena cukup curam.
9	Lahan Kritis	KLHK, 2023	Lahan yang telah rusak sehingga fungsinya terganggu dengan ciri tingkat erosi tinggi, tanah tidak subur dan tidak bervegetasi, kering/memiliki genangan air.
10	Satwa dilindungi	KLHK, 2023 dan IUCN, 2023*	<p><i>Home range</i> satwa dilindungi seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gajah sumatra (<i>Elephas maximus sumatranus</i>) (<i>Critically Endangered</i> (CR)) • orangutan sumatra (<i>Pongo abelii</i>) (CR) • orangutan kalimantan (<i>Pongo pygmaeus</i>) (CR) • orangutan tapanuli (<i>Pongo tapanuliensis</i>) (CR) • harimau sumatra (<i>Panthera tigris sumatrae</i>) (CR) • trenggiling (<i>Manis javanica</i>) (CR) • beruang madu (<i>Helarctos malayanus</i>) (VU) • cendrawasih (<i>Paradisaea</i> spp.) (endemik dan populasi menurun)
11	Masyarakat adat	BRWA, 2024	Area tempat tinggal masyarakat adat dan kawasan hutan adat.
12	Key Biodiversity Areas (KBA)	<i>Key Biodiversity Areas, 2023</i>	Wilayah sangat penting untuk konservasi keanekaragaman hayati dan memberikan kontribusi signifikan bagi kelangsungan hidup pada ekosistem darat, air tawar, maupun laut. Ditetapkan berdasarkan status (endemik, langka, dan rentan) suatu spesies dan ekosistem dalam suatu wilayah.
13	Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon)	Yayasan Lokahita, 2023	JLH tinggi pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon (dengan nilai index JLH tinggi ≥ 3.4)
14	Lahan terbangun	KLHK, 2022	Persebaran lahan terbangun berdasarkan penutup lahan.

*open data

3.2 Metode

Dalam rangka menjaga keberlanjutan ekosistem, ambang batas luas perkebunan sawit di Indonesia ditentukan dengan memperhatikan daya dukung lingkungan hidup (DDLH), menggunakan pendekatan jejak ekologis. Luas perkebunan sawit merupakan salah satu dari beberapa klasifikasi penutupan/penggunaan lahan (PPL) lainnya yang secara keseluruhan diperhitungkan dalam pemodelan alokasi-lokasi PPL (Gambar 3.1). Pemodelan alokasi-lokasi PPL untuk menentukan nilai batas atas “cap” perkebunan sawit di Indonesia secara umum terbagi ke dalam dua (2) sub-pemodelan, yaitu: (1) perhitungan alokasi luas PPL dan (ii) pemodelan lokasi PPL. Pemodelan ini dilakukan untuk setiap pulau/kepulauan, sehingga nilai batas atas perkebunan sawit di Indonesia dihitung dari akumulasi tiap pulau/kepulauan.



Gambar 3.1 Metodologi penentuan nilai batas atas perkebunan sawit di Indonesia (Sumber: diadaptasi dan dikembangkan dari (Safitri dkk., 2021; Taradini, 2018))

1. Perhitungan Alokasi Lokasi PPL (Kalkulator Jejak Ekologis)

Pemodelan alokasi luas penutup/penggunaan lahan (PPL) dilakukan dalam dua (2) tahapan, yaitu: (i) perhitungan kebutuhan luas PPL dengan pendekatan jejak ekologis berbasis skenario serta (ii) pengalokasian luas PPL dan perhitungan DDLH. Kebutuhan luas PPL dihitung menggunakan pendekatan jejak ekologis yang konsepnya telah dikembangkan oleh (Wackernagel & Rees, 1996). Kebutuhan manusia akan pangan, pakaian/tekstil, ruang tempat tinggal dan ruang publik (infrastruktur), energi membutuhkan lahan untuk menghasilkan sumber daya yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan hidup tersebut. Fenomena tersebut yang dikuantifikasi dengan pendekatan jejak ekologis. Dalam perhitungan kebutuhan luas PPL ini, terdapat skenario penyediaan kebutuhan yang dapat diatur. Skenario tersebut dapat bernilai 100% (seluruh kebutuhan dipenuhi oleh sumber daya yang ada di wilayah kajian), < 100% (sebagian kebutuhan dipenuhi oleh sumber daya dari wilayah lain), dan > 100% (seluruh kebutuhan dipenuhi oleh sumber daya di wilayah kajian dan terdapat sumber daya yang dialirkan/disediakan untuk wilayah lain).

Berdasarkan kebutuhan luas PPL yang telah dihitung, dilakukan pengalokasian luas PPL dan perhitungan DDLH. Pengalokasian luas PPL dilakukan berdasarkan kebutuhan luas PPL hasil perhitungan dan luas PPL terkini. PPL dialokasikan dengan mengadaptasi metode yang telah dikembangkan oleh (Lane dkk., 2014), dengan adanya penyesuaian dalam hal aturan pengalokasian lahan. Selanjutnya, hasil alokasi luas PPL dibandingkan dengan kebutuhan luas PPL per kapita, sehingga diperoleh nilai DDLH, yaitu berupa jumlah orang yang dapat dipenuhi kebutuhannya oleh ekosistem atau lahan di wilayah kajian. Perhitungan nilai DDLH menggunakan metode yang digunakan pada penelitian (Lane dkk., 2014). Nilai DDLH ini menjadi parameter yang menjadi tolok ukur apakah skenario penyediaan kebutuhan yang diatur sudah sesuai dengan nilai DDLH yang diinginkan. Jika belum, maka proses ini bersifat iteratif dengan mengatur kembali skenario hingga diperoleh nilai DDLH yang diinginkan/disepakati. Setelah itu, alokasi luas PPL dengan nilai DDLH yang sudah sesuai keinginan/kesepakatan ini digunakan sebagai masukan untuk mencari lokasi dari alokasi luas PPL tersebut.

2. Pemodelan Lokasi PPL (Metode SVM, 2K, dan Variabel Pembatas)

Pemodelan lokasi PPL dilakukan untuk menentukan lokasi perkebunan sawit berdasarkan alokasi luas perkebunan yang telah dihitung sebelumnya dan secara khusus didasarkan pada probabilitas kesesuaian fisik lahan untuk perkebunan sawit.

Pemodelan dilakukan dalam unit analisis grid resolusi 30"x30" (\pm 900 m x 900 m), dengan empat (4) tahapan, yaitu: (i) pemodelan probabilitas kesesuaian lahan dengan metode *Support Vector Machine* (SVM), (ii) penentuan lokasi PPL dengan metode 2K (Kedekatan dan

Kepadatan Spasial), (iii) *query* untuk jenis PPL Perkebunan Sawit, dan (iv) Penerapan Variabel Pembatas. Pemodelan probabilitas kesesuaian lahan didasarkan pada 12 parameter fisik, yaitu elevasi, kemiringan lereng (*slope*), ekoregion, temperatur/suhu permukaan tanah, curah hujan, *Total Nitrogen Content*, ketersediaan air, kandungan organik tanah (*Organic Carbon Content*), pH tanah, *bulk density*, *Topographic Wetness Index* (TWI), dan *Terrain Ruggedness Index* (TRI). Penilaian kesesuaian lahan dilakukan secara probabilistik menggunakan metode SVM (*Support Vector Machine*), yaitu dengan membandingkan antara jenis PPL terkini dengan 11 parameter fisik tersebut pada setiap grid. Sebagai hasilnya, setiap grid akan memiliki nilai probabilitas (0 – 100%) yang menunjukkan tingkat kesesuaiannya untuk PPL tertentu, khususnya untuk perkebunan sawit.

Pada tahap kedua, nilai probabilitas kesesuaian lahan di setiap grid dijadikan sebagai salah satu acuan untuk menentukan kandidat alternatif lokasi potensial untuk jenis PPL yang defisit berdasarkan hasil perhitungan alokasi luas pada tahap sebelumnya. Jenis PPL yang defisit (alokasi luas lebih besar dari luas terkini) memerlukan lokasi (grid) tambahan untuk memenuhi alokasi luasannya. Lokasi tambahan tersebut akan mengacu pada nilai probabilitas kesesuaian lahan setiap grid dan memperhatikan kedekatan dan kepadatan spasialnya (2K), sehingga diperoleh model lokasi PPL untuk tiap pulau/kepulauan.

Pada tahap ketiga, dilakukan *query* atau seleksi pada jenis PPL Perkebunan Sawit untuk menghasilkan model lokasi perkebunan sawit dan luasannya sebagai nilai batas atas perkebunan sawit di Indonesia. Mengingat 12 parameter yang digunakan dalam pemodelan probabilitas kesesuaian lahan masih bersifat umum untuk semua jenis PPL, maka dilakukan tahap keempat, yaitu penerapan variabel pembatas yang lebih khusus atau khas untuk Perkebunan Sawit. Beberapa variabel pembatas yang sudah diidentifikasi ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Penerapan variabel pembatas pada model kandidat lokasi perkebunan sawit (keluaran tahap 3) akan menghasilkan lokasi perkebunan sawit yang sudah terlepas dari faktor-faktor pembatas tersebut. Lokasi perkebunan sawit inilah yang kemudian dihitung luasnya dan menjadi nilai batas atas “cap” perkebunan sawit di Indonesia.

Bab 4 Hasil Penelitian

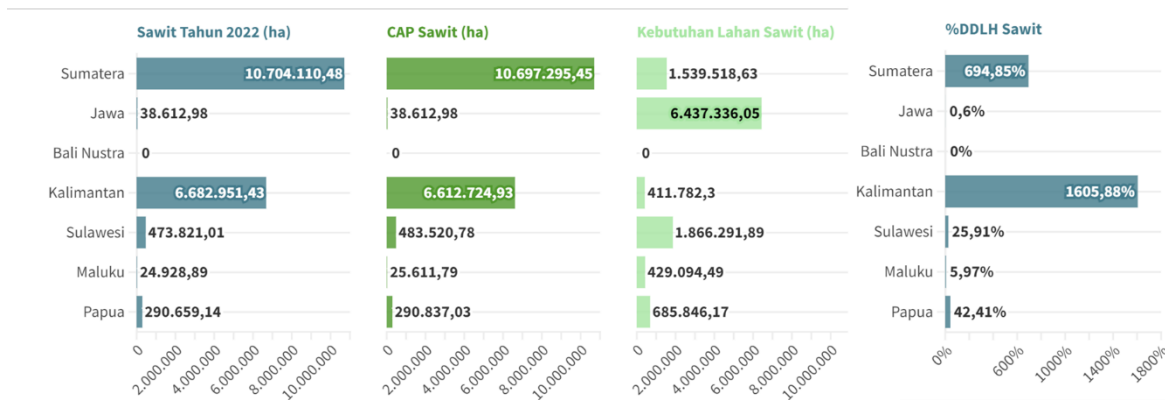
4.1 Nilai Batas Atas 'Cap' Perkebunan Sawit Indonesia

Nilai batas atas (*cap*) perkebunan sawit berdasarkan perspektif Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH) di Indonesia mencapai 18.148.602,96 hektar atau sekitar **18,15 juta hektar**. Angka ini merupakan akumulasi dari hasil pemodelan batas atas perkebunan sawit di setiap pulau/kepulauan di Indonesia, sebagaimana diuraikan dalam sub-bab 4.2. Sebaran nilai batas atas tersebut mencakup 10,70 juta hektar di Pulau Sumatera; 0,04 juta hektar di Pulau Jawa; 0,61 juta hektar di Pulau Kalimantan; 0,48 juta hektar di Pulau Sulawesi; 0,03 juta hektar di Kepulauan Maluku; dan 0,29 juta hektar di Pulau Papua (Gambar 4.1). Nilai batas atas (*cap*) ini sedikit di bawah luas perkebunan sawit eksisting di tahun 2022, yang tercatat sebesar 18.215.083,93 hektar atau sekitar 18,22 juta hektar, menunjukkan bahwa ekspansi perkebunan sawit di beberapa wilayah telah mendekati atau bahkan melampaui kapasitas lingkungan yang seharusnya dijaga.



Gambar 4.1 Nilai batas atas (*cap*) perkebunan sawit setiap pulau/kepulauan di Indonesia berdasarkan perspektif daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup (D3TLH) (Sumber: hasil analisis, 2024)

Dalam konteks Daya Dukung Lingkungan Hidup (DDLH), yang mengukur jumlah penduduk atau kebutuhan yang bisa dipenuhi oleh sumber daya yang ada tanpa merusak lingkungan secara permanen, nilai DDLH untuk perkebunan sawit juga diperhitungkan dalam pemodelan ini. DDLH dihitung dengan membandingkan kebutuhan lahan perkebunan sawit di setiap pulau/kepulauan dengan nilai batas atas (*cap*) perkebunan sawit. Berdasarkan hasil pemodelan (Gambar 4.2), hanya Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan yang memiliki nilai DDLH lebih dari 100%, yang berarti kedua pulau tersebut masih memiliki kapasitas untuk mendukung kebutuhan sawit, baik domestik maupun ekspor. Namun, penting untuk dicatat bahwa pengembangan perkebunan sawit di kedua pulau ini harus dilakukan secara berkelanjutan untuk mencegah kerusakan permanen pada lingkungan dan menjaga keseimbangan dengan kapasitas D3TLH-nya.



Gambar 4.2 Luas perkebunan sawit tahun 2022, nilai batas atas (*cap*) perkebunan sawit, kebutuhan lahan perkebunan sawit, persentase daya dukung perkebunan sawit untuk memenuhi kebutuhan penduduk setiap pulau/kepulauan di Indonesia (Sumber: hasil analisis, 2024)

Meskipun Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan memiliki kapasitas yang cukup untuk mendukung pengembangan perkebunan sawit lebih lanjut, situasi di Indonesia secara keseluruhan menunjukkan bahwa perkebunan sawit sudah mendekati atau bahkan sedikit melampaui batas daya dukung lingkungan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, upaya intensifikasi produksi melalui peningkatan efisiensi lahan dan penerapan praktik pertanian berkelanjutan menjadi kunci untuk menjaga keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dari sektor sawit dan kelestarian lingkungan. Penetapan batas atas ini harus dipandang sebagai langkah penting untuk memastikan bahwa ekspansi perkebunan sawit tidak menyebabkan kerusakan lingkungan yang tidak dapat diperbaiki di masa depan.

4.2 Nilai Batas Atas ‘Cap’ Perkebunan Sawit setiap Pulau/Kepulauan

4.2.1 Pulau Sumatera

Perkebunan sawit di Pulau Sumatera saat ini menjadi salah satu pusat produksi utama minyak sawit di Indonesia, yang juga menjadikan Indonesia sebagai produsen minyak sawit terbesar di dunia. Pulau Sumatera memiliki area perkebunan sawit yang luas, yaitu 10.704.110,48 hektar tersebar di beberapa provinsi seperti Provinsi Riau, Sumatera Utara, Jambi, Sumatera Selatan, dan Aceh. Sebagian besar perkebunan dimiliki oleh perusahaan besar, namun banyak juga perkebunan rakyat dengan skala kecil yang turut berkontribusi dalam produksi sawit nasional.

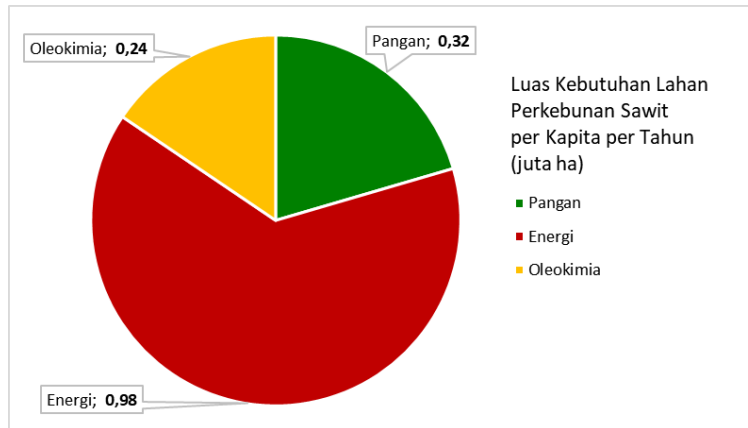
a. Kebutuhan Penutup/Penggunaan Lahan

Selain untuk memenuhi kebutuhan ekspor, kebutuhan sawit lokal juga perlu diperhitungkan, mengingat permintaan yang tinggi untuk produk pangan, energi, dan konsumsi domestik lainnya. Minyak sawit dari Pulau Sumatera tidak hanya diekspor ke pasar global, tetapi juga digunakan secara luas di dalam negeri, termasuk untuk kebutuhan penduduk di Pulau Sumatera sendiri, baik untuk bahan pangan seperti minyak goreng, maupun untuk produksi biodiesel dalam program energi terbarukan nasional. Berbagai kebutuhan dari bahan baku sawit ini tentu membutuhkan perkebunan sawit sebagai lahan produksinya. Namun demikian, dalam memperhitungkan kebutuhan luas perkebunan sawit, perlu dipertimbangkan juga kebutuhan dasar lainnya, agar tidak mengesampingkan pemenuhan kebutuhan berbagai sektor dasar, seperti kebutuhan pangan, pakaian, infrastruktur/tempat tinggal, dan energi, yang masing-masing memerlukan jenis lahan produktif tertentu. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan kebutuhan penutup/penggunaan lahan (PPL) dengan pendekatan jejak ekologis.

Dalam perhitungan kebutuhan PPL, digunakan skenario penyediaan kebutuhan 100% untuk semua jenis kebutuhan, artinya semua kebutuhan penduduk dipenuhi sendiri dengan sumber daya yang ada di Pulau Sumatera, tanpa ada impor dan ekspor dari daerah lain. Kecuali, skenario penyediaan beras menggunakan angka 113%, mengingat Pulau Sumatera juga menjadi sentra produksi beras di Indonesia. Skenario bernilai >100%, artinya terdapat sebagian komoditas beras yang didistribusikan ke daerah lain di luar Pulau Sumatera.

Berdasarkan hasil perhitungan, dengan memperhitungkan jumlah penduduk sebesar 59.982.570 jiwa pada tahun 2022, kebutuhan lahan perkebunan sawit di Pulau Sumatera adalah seluas 1.539.518,63 ha atau sekitar 1,54 juta hektar. Sebesar 64,0% dari kebutuhan tersebut atau sekitar 0,98 juta hektar perkebunan sawit dibutuhkan untuk penyediaan kebutuhan energi, yaitu biodiesel. Sementara itu, seluas 20,5% dari kebutuhan perkebunan sawit atau sekitar 0,32 juta hektar dibutuhkan untuk penyediaan kebutuhan pangan, serta

seluas 15,6% sisanya atau sekitar 0,24 juta hektar perkebunan sawit dibutuhkan untuk penyediaan kebutuhan oleokimia (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit di Pulau Sumatera tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan (Sumber: hasil analisis, 2024)

Selain itu, kebutuhan luas PPL selain perkebunan sawit juga telah diperhitungkan, dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Setiap kebutuhan luas PPL kemudian dibandingkan dengan luas PPL eksisting tahun 2022. Dari delapan (8) jenis PPL, dua (2) jenis PPL di antaranya dalam kondisi defisit, yaitu pertanian lahan basah (sawah) dan tambak. Artinya, masih diperlukan tambahan luas lahan untuk memenuhi komoditas beras dan tambak di Pulau Sumatera, sesuai dengan skenario yang telah diatur sebelumnya. Sementara itu, keenam jenis PPL lainnya, termasuk perkebunan sawit dalam kondisi surplus. Artinya, tidak diperlukan tambahan luas lahan untuk memenuhi komoditas terkait, namun justru berpotensi untuk dialihfungsikan sebagian untuk memenuhi kebutuhan lahan yang defisit di Pulau Sumatera, tentunya dengan mempertimbangkan kesesuaiannya.

Tabel 4.1 Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Sumatera tahun 2022

	Jenis Penutup/Penggunaan Lahan							
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
Kebutuhan lahan (ha)	72.191,18	1.586.754,79	3.556.023,98	1.082.508,55	1.539.518,63	83.975,60	102.671,04	227.424,67
Luas PPL Eksisting (ha)	9.179.480,46	1.576.928,48	9.679.811,01	3.966.333,07	10.704.110,49	1.040.038,85	146.404,35	151.377,48
Surplus/Defisit?	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit

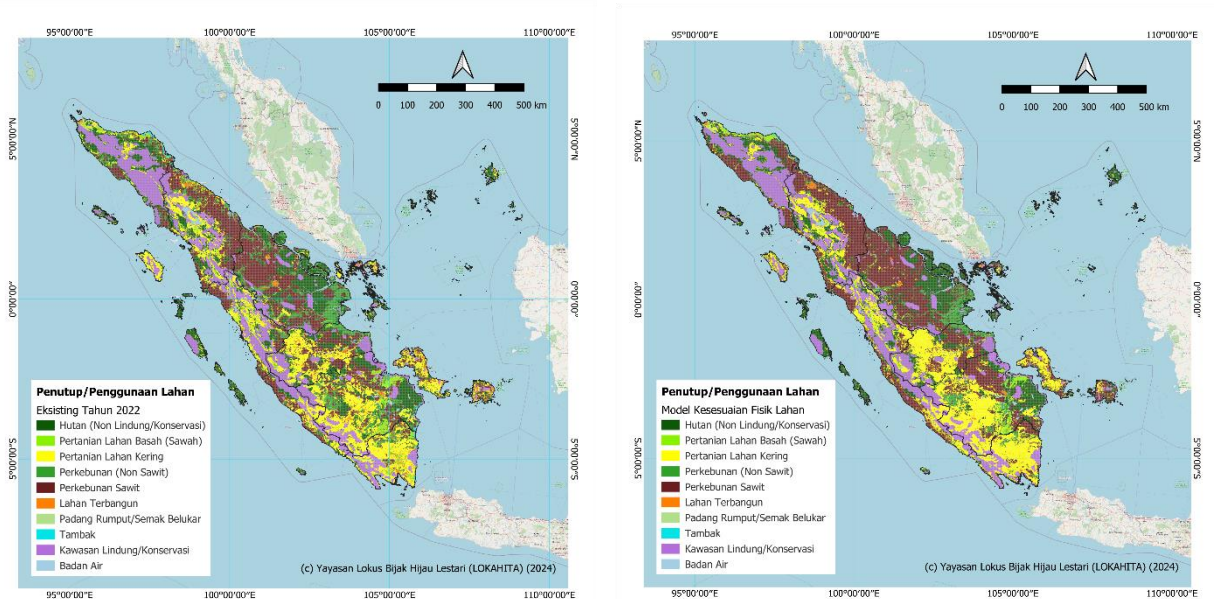
Sumber: hasil analisis (2024)

Keterangan: luas hasil perhitungan dengan sistem grid, dalam sistem proyeksi World Cylindrical Equal Area

b. Kesesuaian Fisik Lahan dan Variabel Pembatas

Di samping memperhitungkan berbagai kebutuhan dasar selain kebutuhan sawit, kesesuaian fisik lahan juga terlebih dahulu dimodelkan untuk semua jenis PPL. Penilaian kesesuaian fisik lahan dilakukan dengan menggunakan metode ECOC-SVM, dengan membandingkan setiap jenis PPL eksisting tahun 2022 (Gambar 4.4(a)) dengan 11

parameter fisik di Pulau Sumatera. Hasil model kesesuaian fisik lahan di Pulau Sumatera ditunjukkan pada Gambar 4.4(b).



(a) (b)
 Gambar 4.4 Peta penutup/penggunaan lahan di Pulau Sumatera
 (a) eksisting tahun 2022 dan (b) model kesesuaian fisik lahan
 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Berdasarkan hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan, setiap jenis PPL dapat memiliki kesesuaian untuk tetap dipertahankan atau berpotensi dialihfungsikan sebagai jenis PPL lain, dengan rincian luas ditampilkan pada Tabel 4.2. Elemen diagonal pada Tabel 4.2 (*cell* warna abu-abu), menunjukkan luas jenis PPL eksisting yang memang paling sesuai untuk tetap dipertahankan atau tidak berpotensi dialihfungsikan. Sebagai contoh, di Pulau Sumatera, terdapat seluas 6,19 juta ha hutan (non-lindung/konservasi) eksisting yang memang paling sesuai untuk tetap dipertahankan sebagai hutan (non-lindung/konservasi); terdapat seluas 6,87 juta ha pertanian lahan kering yang memang paling sesuai untuk dipertahankan sebagai pertanian lahan kering; dan terdapat seluas 8,33 juta ha perkebunan sawit eksisting yang memang paling sesuai untuk tetap dipertahankan sebagai perkebunan sawit.

Sementara itu, untuk setiap baris pada elemen non-diagonal, menunjukkan luas kesesuaian fisik setiap jenis PPL eksisting untuk dijadikan jenis PPL lainnya. Sebagai contoh, untuk baris 1 pada Tabel 4.2, terdapat seluas 1,54 juta ha hutan (non-lindung/konservasi) yang memiliki kesesuaian fisik untuk berpotensi dialihfungsikan sebagai perkebunan sawit; contoh lain untuk baris 5, terdapat seluas 1,23 juta ha perkebunan sawit yang memiliki kesesuaian fisik untuk berpotensi dialihfungsikan sebagai pertanian lahan kering.

Tabel 4.2 Luas kesesuaian fisik lahan di Pulau Sumatera tahun 2022

	Luas Kesesuaian Fisik Lahan tanpa mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)								
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Luas PPL Eksisting (ha)	1	6.191.461,21	73.298,56	1.177.491,95	177.761,30	1.538.933,39	11.173,71	6.702,73	2.657,59
	2	125.103,40	538.375,72	426.883,03	64.925,92	401.641,47	13.244,59	1.702,28	5.052,06
	3	1.072.614,25	108.610,35	6.867.708,73	188.275,15	1.412.634,56	21.188,81	7.138,99	1.640,16
	4	478.852,69	63.080,33	657.938,92	1.237.433,24	1.513.882,16	11.655,89	681,13	2.808,70
	5	680.283,17	82.484,02	1.228.441,84	364.846,56	8.327.921,07	12.892,11	426,68	6.815,02
	6	76.062,09	56.313,10	347.876,15	56.320,66	271.581,21	227.935,01	85,11	3.865,53
	7	46.796,78	3.660,09	31.644,38	3.157,98	27.303,97	969,10	32.670,30	201,76
	8	23.996,10	22.792,15	9.703,17	4.745,46	46.151,29	3.236,25	0,26	40.752,80

Sumber: hasil analisis (2024)

Hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan tersebut masih bersifat umum untuk semua jenis PPL, artinya 11 parameter fisik mendapat perlakuan atau diperhitungkan secara sama untuk semua jenis PPL. Mengingat penelitian ini memiliki fokus pada perkebunan sawit, maka dilakukan penajaman dengan menambahkan variabel-variabel yang berkaitan erat dengan perkebunan sawit, yang dalam penelitian ini disebut sebagai variabel pembatas (VP). Terdapat 14 variabel pembatas yang diperhitungkan, dengan luasan setiap jenis variabel pembatas di Pulau Sumatera ditampilkan pada Tabel 4.3.

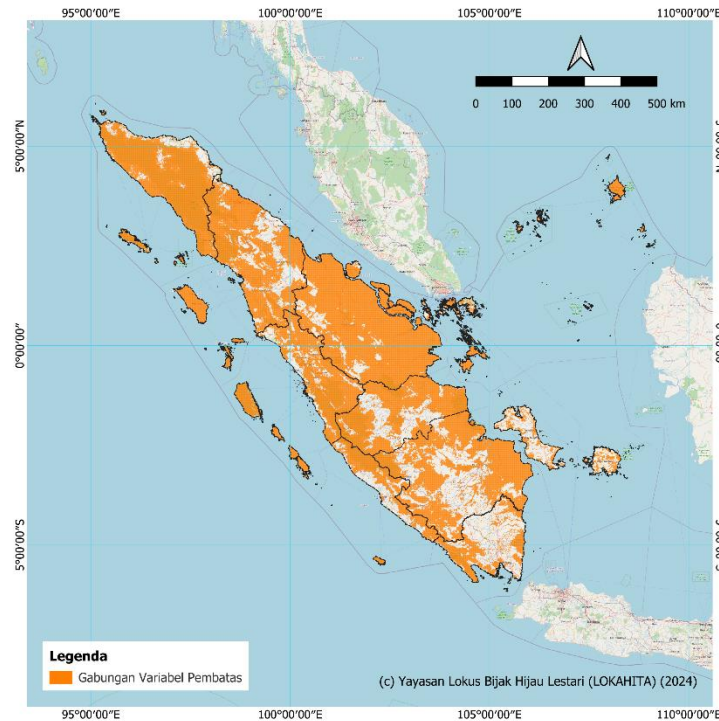
Tabel 4.3 Luas Variabel Pembatas di Pulau Sumatera tahun 2022

No	Variabel Pembatas	Luas (ha)	Luas terhadap Pulau Sumatera (%)
1	Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) penyedia air berdasarkan <i>water district</i> (WD)	604.841,06	1,27%
2	Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	9.195.693,06	19,33%
3	Karst	857.782,08	1,80%
4	Mangrove	836.229,42	1,76%
5	Kawasan konservasi dan hutan lindung	10.862.831,46	22,83%
6	Penutup lahan hutan primer dan sekunder	11.542.618,88	24,26%
7	Mata Air	10.644,20	0,02%
8	Kelerengan di atas 30%	802.140,56	1,69%
9	Lahan Kritis	4.348.658,67	9,14%
10	Satwa dilindungi	16.936.635,74	35,59%
11	Masyarakat adat	2.725.626,04	5,73%
12	Key Biodiversity Areas (KBA)	6.814.225,30	14,32%
13	Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon)	25.937.639,89	54,51%
14	Lahan terbangun	1.070.361,12	2,25%

Sumber: hasil analisis (2024)

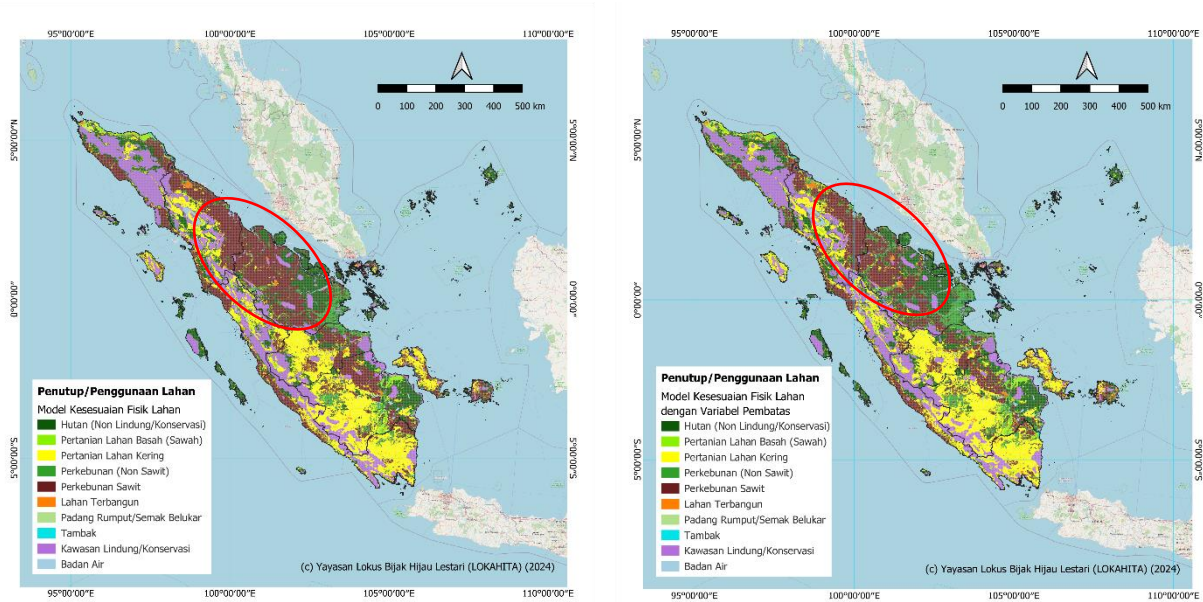
Keterangan: luas perhitungan dengan sistem grid, dalam sistem proyeksi World Cylindrical Equal Area

Setiap variabel pembatas tersebut dimasukkan ke dalam grid resolusi 30"x30" ($\pm 900 \text{ m} \times 900 \text{ m}$), jika luas setiap jenis variabel pembatas bertampalan dengan $\geq 50\%$ luas grid, maka grid tersebut dinyatakan memiliki variabel pembatas ($VP = 1$); namun sebaliknya, jika luas variabel pembatas yang bertampalan seluas $< 50\%$ luas grid, maka grid tersebut tidak dinyatakan memiliki variabel pembatas ($VP = 0$). Kemudian, grid-grid yang memiliki variabel pembatas digabungkan (*spatial union*), dan peta hasil gabungan 14 jenis variabel pembatas berdasarkan ketentuan tersebut di Pulau Sumatera dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Sumatera tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Peta gabungan variabel pembatas (Gambar 4.5) kemudian diimplementasikan terhadap peta model kesesuaian fisik lahan (Gambar 4.4(b)), sehingga diperoleh peta model kesesuaian fisik lahan yang telah mempertimbangkan variabel pembatas (Gambar 4.6(b)). Pada prinsipnya, wilayah dengan variabel pembatas tidak boleh dialihfungsikan menjadi lahan perkebunan sawit. Jika hasil model kesesuaian fisik lahan merupakan perkebunan sawit namun berada pada wilayah dengan variabel pembatas, maka tidak dilakukan pengalokasian menjadi perkebunan sawit, sehingga alokasi lahannya akan kembali sebagai PPL eksisting.



(a) (b)
 Gambar 4.6 Peta penutup/penggunaan lahan di Pulau Sumatera
 (a) model kesesuaian fisik lahan dan (b) model kesesuaian lahan dengan variabel pembatas
 (Sumber: hasil analisis, 2024)

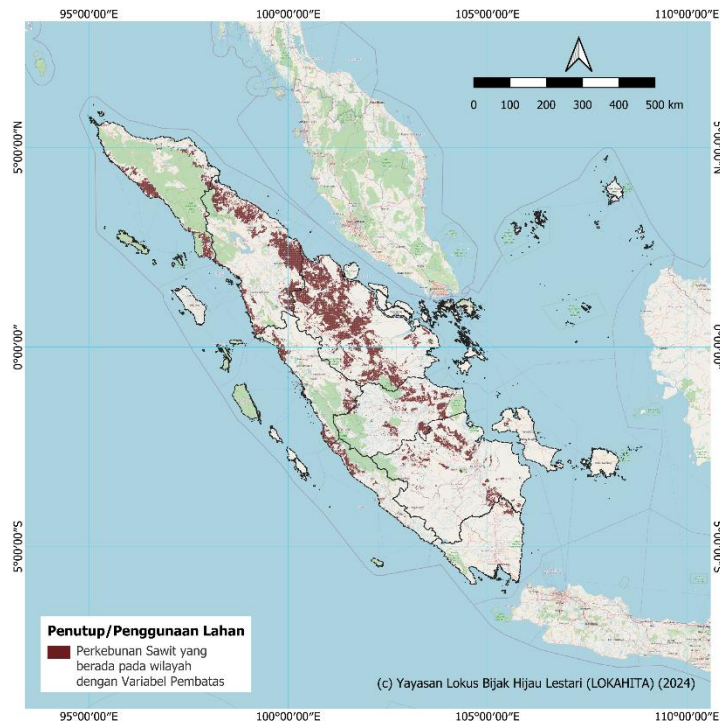
Dapat dilihat pada kedua peta pada Gambar 4.6, penggunaan variabel pembatas mengurangi luas kesesuaian fisik lahan perkebunan sawit, sebagai salah satu contoh pada area yang dilingkari merah. Secara keseluruhan, di Pulau Sumatera terdapat sekitar 3,44 juta hektar lahan yang awalnya memiliki kesesuaian fisik lahan sebagai perkebunan sawit, namun berada pada variabel pembatas, sehingga tidak lagi dapat dialihfungsikan sebagai perkebunan sawit. Luasan tersebut terdiri dari 1,34 juta hektar hutan (non-lindung/konservasi); 0,19 juta hektar sawah; 0,43 juta hektar pertanian lahan kering; 1,20 juta hektar perkebunan (non-sawit); 0,25 juta hektar lahan terbangun; 0,02 juta hektar padang rumput/semak belukar; dan 0,03 juta hektar tambak. Pada akhirnya, berdasarkan hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dan penerapan variabel pembatas, setiap jenis PPL memiliki kesesuaian untuk tetap dipertahankan atau berpotensi dialihfungsikan sebagai jenis PPL lain, dengan rincian luas ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Luas kesesuaian fisik lahan di Pulau Sumatera tahun 2022 dengan mempertimbangkan variabel pembatas

		Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)							
		Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
		1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Eksisting (ha)	1	7.527.490,73	73.298,56	1.177.491,95	177.761,30	202.903,87	11.173,71	6.702,73	2.657,59
	2	125.103,40	725.004,32	426.883,03	64.925,92	215.012,86	13.244,59	1.702,28	5.052,06
	3	1.072.614,25	108.610,35	7.297.186,84	188.275,15	983.156,45	21.188,81	7.138,99	1.640,16
	4	478.852,69	63.080,33	657.938,92	2.432.978,12	318.337,28	11.655,89	681,13	2.808,70
	5	680.283,17	82.484,02	1.228.441,84	364.846,56	8.327.921,07	12.892,11	426,68	6.815,02
	6	76.062,09	56.313,10	347.876,15	56.320,66	24.594,89	474.921,32	85,11	3.865,53
	7	46.796,78	3.660,09	31.644,38	3.157,98	7.739,54	969,10	52.234,73	201,76
	8	23.996,10	22.792,15	9.703,17	4.745,46	20.647,05	3.236,25	0,26	66.257,03

Sumber: hasil analisis (2024)

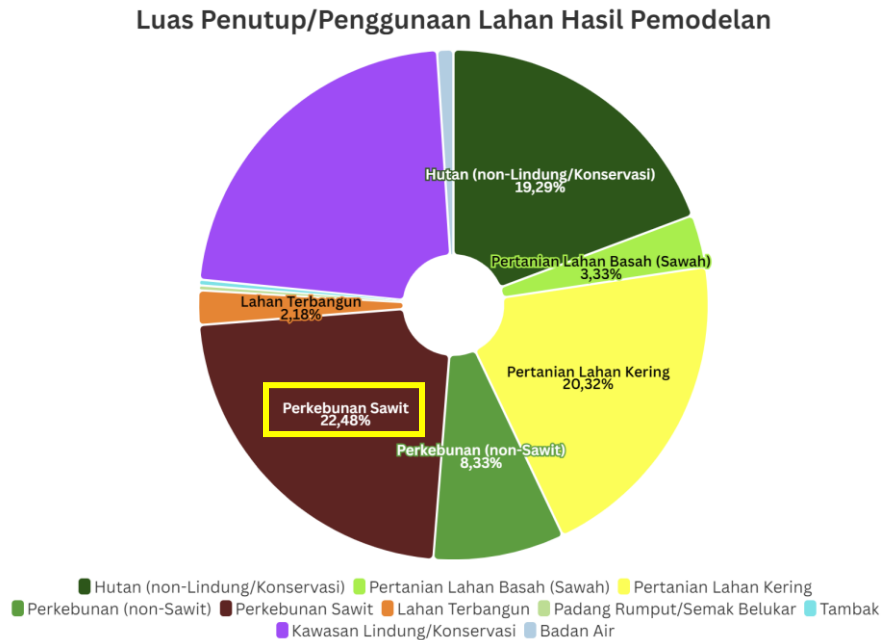
Berdasarkan hasil model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Sumatera, ditemukan pula adanya lahan perkebunan sawit eksisting tahun 2022 seluas 5.972.494,67 ha atau sekitar 5,97 juta ha yang berada pada wilayah dengan variabel pembatas (Gambar 4.7). Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa lokasi tersebut tidak dapat dikembangkan lagi, hanya cukup perkebunan sawit eksisting karena berada pada lokasi variabel pembatas. Selain itu, diperlukan pula pengelolaan perkebunan sawit yang berkelanjutan di lokasi-lokasi tersebut. Tujuannya, agar tidak terjadi kerusakan lebih lanjut yang bersifat permanen jika perkebunan sawit di lokasi ini terus dikembangkan tanpa pengelolaan yang baik.



Gambar 4.7 Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Sumatera (Sumber: hasil analisis, 2024)

c. Nilai Batas Atas Perkebunan Sawit di Pulau Sumatera

Pada akhirnya, dengan mempertimbangkan sisi kebutuhan (subbab 4.2.1.a) dan sisi ketersediaan lahan yang sesuai (subbab 4.2.1.b), diperoleh alokasi luas setiap jenis PPL dengan proporsi yang ditampilkan pada Gambar 4.8 dan Tabel 4.5. Alokasi luas untuk perkebunan sawit dijadikan sebagai nilai batas atas (*cap*) luas perkebunan sawit di Pulau Sumatera berdasarkan perspektif D3TLH, yaitu sebesar 10.697.295,45 ha atau 22,48% dari total luas wilayah Pulau Sumatera.



Gambar 4.8 Proporsi alokasi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Sumatera tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.5 Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sumatera

Jenis PPL	Alokasi	PPL 2022	Selisih	Alokasi	PPL 2022	Selisih
	(ha)			%		
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	9.176.822,86	9.179.480,45	2.657,59	19,29%	19,29%	0,01%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	1.586.754,79	1.576.928,48	-9.826,32	3,33%	3,31%	-0,02%
Pertanian Lahan Kering	9.668.344,53	9.679.811,00	11.466,48	20,32%	20,34%	0,02%
Perkebunan (non-Sawit)	3.963.524,37	3.966.333,07	2.808,70	8,33%	8,34%	0,01%
Perkebunan Sawit	10.697.295,45	10.704.110,48	6.815,02	22,48%	22,50%	0,01%
Lahan Terbangun	1.036.173,32	1.040.038,85	3.865,53	2,18%	2,19%	0,01%
Padang Rumput/Semak Belukar	146.202,59	146.404,35	201,76	0,31%	0,31%	0,00%
Tambak	169.366,23	151.377,48	-17.988,76	0,36%	0,32%	-0,04%

Jenis PPL	Alokasi	PPL 2022	Selisih	Alokasi	PPL 2022	Selisih
	(ha)			%		
Kawasan Lindung/Konservasi	10.647.476,99	10.647.476,99	0,00	22,38%	22,38%	0,00%
Badan Air	490.286,31	490.286,31	0,00	1,03%	1,03%	0,00%
PULAU SUMATERA	47.582.247,45	47.582.247,45		100,00%	100,00%	

Sumber: hasil analisis, 2024

Dengan demikian, penetapan batas atas luasan perkebunan sawit di Pulau Sumatera menjadi sangat krusial untuk menjaga keseimbangan antara produktivitas ekonomi dan keberlanjutan lingkungan. Kondisi saat ini (luas perkebunan sawit eksisting tahun 2022) yang telah sedikit melampaui kapasitas ekosistem (nilai batas atas/*cap* perkebunan sawit) menunjukkan bahwa tanpa intervensi tegas, perkebunan sawit berisiko menyebabkan kerusakan lingkungan yang permanen, termasuk degradasi tanah, penurunan kualitas air, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, diperlukan upaya nyata untuk memastikan batas atas ini ditegakkan, dengan fokus pada intensifikasi lahan dan praktik berkelanjutan yang mampu meningkatkan produktivitas tanpa memperluas lahan lebih jauh.

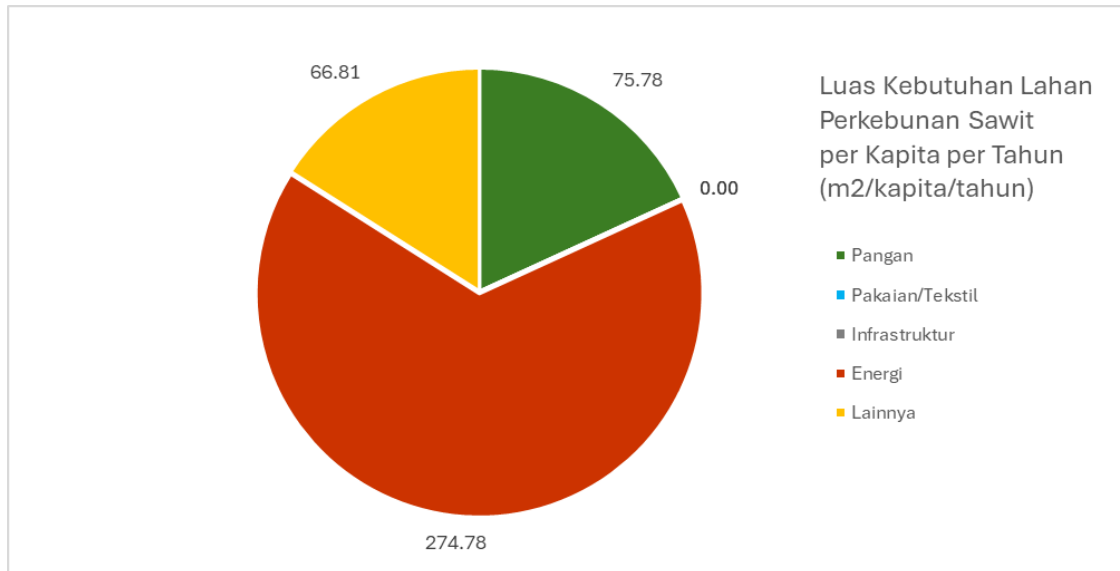
Langkah ke depan harus mencakup pendekatan holistik yang melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, perusahaan, dan masyarakat lokal, untuk mengelola perkebunan sawit secara berkelanjutan. Hanya dengan demikian, Pulau Sumatera dapat terus berkontribusi secara signifikan terhadap ekonomi nasional tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan bagi generasi mendatang.

4.2.2 Pulau Jawa

a. Kebutuhan Penutup/Penggunaan Lahan

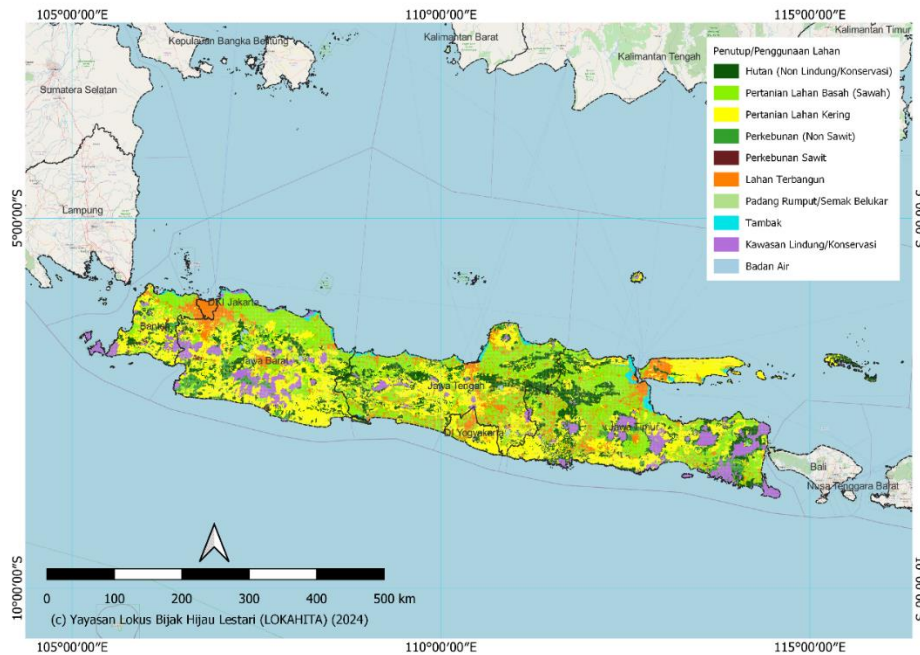
Kebutuhan penyediaan lahan dihitung untuk pangan, pakaian/tekstil. Infrastruktur dan kayu, energi, serta konsumsi sawit lainnya. Skenario penyediaan kebutuhan yang digunakan adalah pada angka 100% yang artinya semua kebutuhan penduduk dipenuhi sendiri dengan sumber daya yang ada di Pulau Jawa dan tanpa ada impor dan ekspor dari daerah lain. Berdasarkan skenario perhitungan tersebut, kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Jawa adalah 417,37 m². Seperti yang terlihat pada diagram di Gambar 4.9, kebutuhan lahan Perkebunan Sawit terbesar di Pulau Jawa adalah diperuntukkan untuk pemenuhan energi, yaitu 274,78 m² per kapita per tahun. Untuk pemenuhan kebutuhan pangan, lahan Perkebunan Sawit yang dibutuhkan adalah seluas 75,78 m² per kapita per tahun, sementara untuk pemenuhan kebutuhan sawit lainnya, yaitu oleokimia, dibutuhkan lahan Perkebunan Sawit sebesar 66,81 m² per kapita per tahun. Apabila dijumlahkan keseluruhan kebutuhan berdasarkan jumlah penduduk di Pulau Jawa, yang pada skenario

perhitungan ini adalah 154.236.790 jiwa, lahan Perkebunan Sawit yang diperlukan adalah seluas 6.437.336,05 ha.



Gambar 4.9 Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Jawa tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Peta pada Gambar 4.10 menunjukkan penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Jawa tahun 2022 dengan detail luasan per jenis penutup/penggunaan lahan ditunjukkan pada Tabel 4.6. Dari luas Pulau Jawa sebesar 13.259.641,71 ha, jenis penutup/penggunaan lahan yang mendominasi di Pulau Jawa adalah Pertanian Lahan Kering seluas 4,299,700.31 ha atau sekitar 32.43%. Adapun penutup/penggunaan lahan lain dengan luasan yang cukup besar yaitu Pertanian Lahan Basah (Sawah) seluas 3,740,428.08 ha atau sekitar 28.21%; Hutan (non-Lindung/Konservasi) seluas 1,892,216.92 ha atau sekitar 14.27%; dan Lahan Terbangun seluas 1,395,071.80 ha atau sekitar 10.52%. Sementara itu, untuk penutup/penggunaan lahan Perkebunan Sawit di Pulau Jawa pada tahun 2022 adalah seluas 38,612.98 ha atau 0.29%.



Gambar 4.10 Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Jawa tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.6 Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Jawa tahun 2022

Jenis PL	Luas (ha)	Luas (%)
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	1,892,216.92	14.27%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	3,740,428.08	28.21%
Pertanian Lahan Kering	4,299,700.31	32.43%
Perkebunan (non-Sawit)	435,955.22	3.29%
Perkebunan Sawit	38,612.98	0.29%
Lahan Terbangun	1,395,071.80	10.52%
Padang Rumput/Semak Belukar	15,982.81	0.12%
Tambak	203,314.91	1.53%
Kawasan Lindung/Konservasi	1,191,813.96	8.99%
Badan Air	46,544.73	0.35%
PULAU JAWA	13,259,641.71	100.00%

Sumber: hasil analisis, 2024

Kondisi lahan Perkebunan Sawit eksisting yang hanya sebesar 38,612.98 ha tidak dapat mencukupi kebutuhan lahan Perkebunan Sawit di Pulau Jawa yang sebesar 6.437.336,05 ha. Dengan kondisi yang defisit, dimana kebutuhan lahan perkebunan sawit lebih tinggi dari luas lahan eksistingnya, maka diperlukan tambahan lahan dari jenis PPL lain untuk dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Pulau Jawa. Perbandingan luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Jawa tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.7. Selain kebutuhan lahan Perkebunan Sawit, Pulau Jawa juga mengalami defisit untuk kebutuhan lahan Pertanian

Lahan Kering, Perkebunan (non-sawit), dan Padang Rumput/Semak Belukar. Sehingga, pada pemodelan dalam mencari tambahan lahan untuk lahan Perkebunan Sawit tidak dapat menggunakan alternatif lahan yang berasal dari penutup/penggunaan lahan yang defisit, yaitu Pertanian Lahan Kering, Perkebunan (non-sawit), dan Padang Rumput/Semak Belukar.

Tabel 4.7 Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022

	Jenis Penutup/Penggunaan Lahan							
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
Kebutuhan lahan (ha)	1.006.180,05	2.885.519,79	5.193.767,02	2.833.255,07	6.437.336,05	215.931,51	468.931,22	76.714,31
Luas PPL Eksisting (ha)	1.892.216,92	3.740.428,08	4.299.700,31	435.955,22	38.612,98	1.395.071,80	15.982,81	203.314,91
Status	Surplus	Surplus	Defisit	Defisit	Defisit	Surplus	Defisit	Surplus

Sumber: hasil analisis, 2024

b. Kesesuaian Fisik Lahan dan Variabel Pembatas

Pemodelan kesesuaian fisik lahan dimaksudkan untuk mencari kandidat tambahan lahan dalam upaya pemenuhan kebutuhan atas lahan Perkebunan Sawit. Namun, selain kebutuhan lahan untuk Sawit, terdapat pula kebutuhan lahan yang harus dipenuhi sehingga pemodelan kesesuaian lahan ini tidak hanya diterapkan untuk lahan Perkebunan Sawit, namun semua jenis penutup/penggunaan lahan. Seperti yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, selain lahan Perkebunan Sawit, Pulau Jawa memiliki lahan dengan status defisit untuk Pertanian Lahan Kering, Perkebunan (non-sawit), dan Padang Rumput/Semak Belukar. Hal ini berarti dalam proses pencarian kandidat lahan untuk tambahan Perkebunan Sawit tidak bisa menggunakan lahan dari Pertanian Lahan Kering, Perkebunan (non-sawit), dan Padang Rumput/Semak Belukar karena kondisi dari lahan tersebut juga defisit. Penilaian kesesuaian fisik lahan dilakukan dengan menggunakan metode ECOC-SVM, dengan membandingkan setiap jenis PPL eksisting tahun 2022 (Gambar 4.10) dengan 11 parameter fisik di Pulau Jawa.

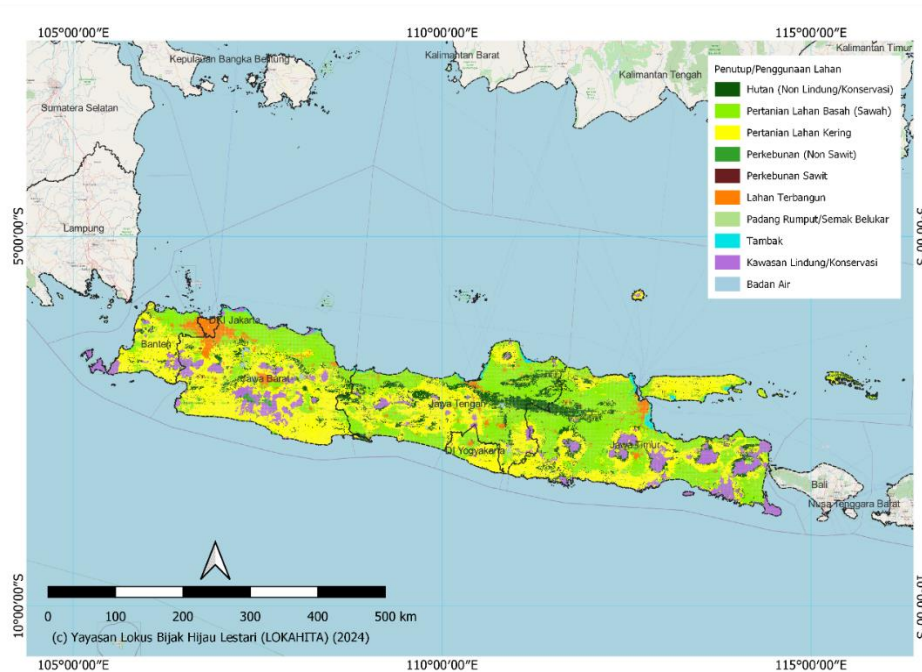
Berdasarkan pemodelan kesesuaian fisik lahan, jenis PPL lain yang dapat dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Pulau Jawa adalah berasal dari Perkebunan (non-sawit) dengan luasan yang tidak besar, yaitu hanya sekitar 84,88 ha. Dari hasil pemodelan kesesuaian lahan ini, terlihat bahwa kebutuhan lahan perkebunan sawit tidak dapat dipenuhi. Selain karena nilai defisitnya yang cukup tinggi, kandidat lahan lain yang dapat dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit juga hanya berasal dari Perkebunan (non-sawit) dengan luasan yang tidak besar tersebut. Alokasi luas dan persebaran setiap jenis PPL

berdasarkan model kesesuaian fisik lahan di Pulau Jawa dapat dilihat pada Tabel 4.8 dengan sebaran jenis PPL hasil kesesuaian fisik lahan terdapat pada peta di Gambar 4.11.

Tabel 4.8 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan di Pulau Jawa tahun 2022

		Luas Kesesuaian Fisik Lahan (ha)							
		Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/ Semak Belukar	Tambak
		1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Ekisting (ha)	1	986,606.11	141,061.69	745,208.88	3,392.86		10,823.38	84.65	5,039.34
	2	69,546.18	3,108,848.99	499,897.26	1,271.78		50,832.95	75.51	9,955.40
	3	210,102.97	444,197.69	3,601,644.51	5,596.29		31,309.34	423.33	6,426.17
	4	25,881.10	63,511.64	274,875.67	69,618.65	84.88	1,612.00	338.64	32.64
	5	2,207.72	1,697.65	29,613.69	169.63	4,924.28			
	6	32,820.29	689,148.40	224,197.61	1,610.33		440,367.55		6,927.62
	7	1,106.45	2,906.86	4,431.30	423.33		2,895.87	3,835.64	383.37
	8	4,965.81	68,783.26	10,453.72	84.99		4,194.09	84.82	114,748.21

Sumber: hasil analisis, 2024



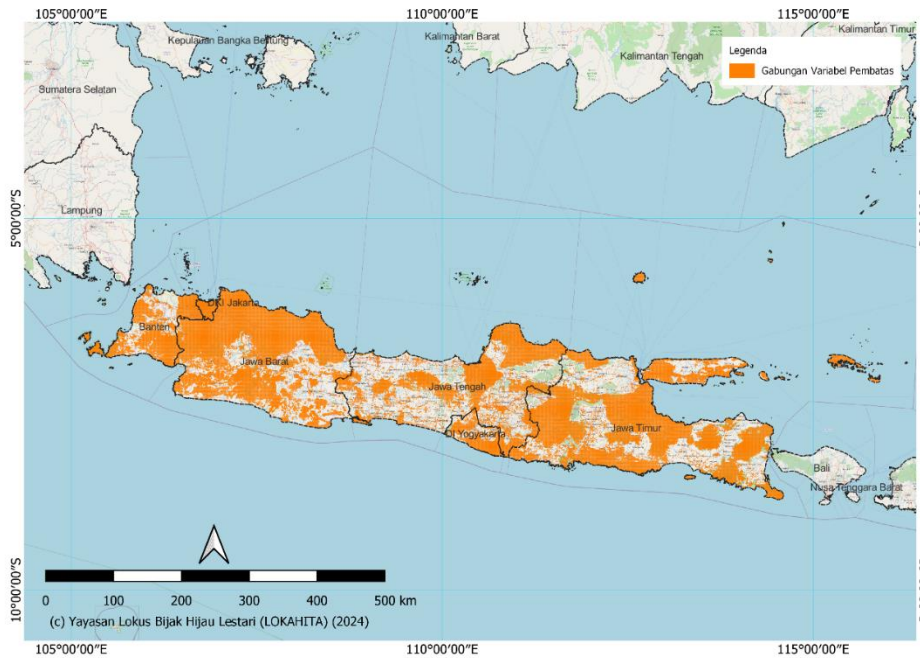
Gambar 4.11 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Pulau Jawa (Sumber: hasil analisis, 2024)

Selain memperhatikan kesesuaian lahan, pada proses pemilihan lokasi tambahan untuk lahan Perkebunan Sawit perlu diperhatikan pula hal-hal lain yang menjadi batasan lahan tersebut tidak dapat dijadikan sebagai lahan perkebunan sawit, yang pada pemodelan ini disebut sebagai Variabel Pembatas (VP). Selain sebagai batasan lahan yang tidak dapat dijadikan sebagai lahan Perkebunan Sawit, VP juga digunakan sebagai upaya dalam menjaga kelestarian lingkungan dan juga ekosistem penting, serta menjaga wilayah adat. Terdapat 14 parameter yang digunakan sebagai VP dalam pemodelan, seperti yang terdapat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Luas Variabel Pembatas di Pulau Jawa tahun 2022

No	Variabel Pembatas	Luas (ha)	Luas terhadap Pulau Jawa (%)
1	Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) penyedia air berdasarkan <i>water district</i> (WD)	3.277.119,24	24,71%
2	Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	-	
3	Karst	912.308,22	6,88%
4	Mangrove	37.576,16	0,28%
5	Kawasan konservasi dan hutan lindung	1.182.129,07	8,92%
6	Penutup lahan hutan primer dan sekunder	885.472,01	6,68%
7	Mata Air	15.113,36	0,11%
8	Kelerengan di atas 30%	148.529,18	1,12%
9	Lahan Kritis	2.114.771,50	15,95%
10	Satwa dilindungi	1.164.756,84	0,88%
11	Hutan adat	8.615,57	0,06%
12	Key Biodiversity Areas (KBA)	875.668,48	6,60%
13	Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon)	2.225.752,73	16,79%
14	Lahan terbangun	1.852.164,71	13,97%

Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.12 Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Jawa tahun 2022

(Sumber: hasil analisis, 2024)

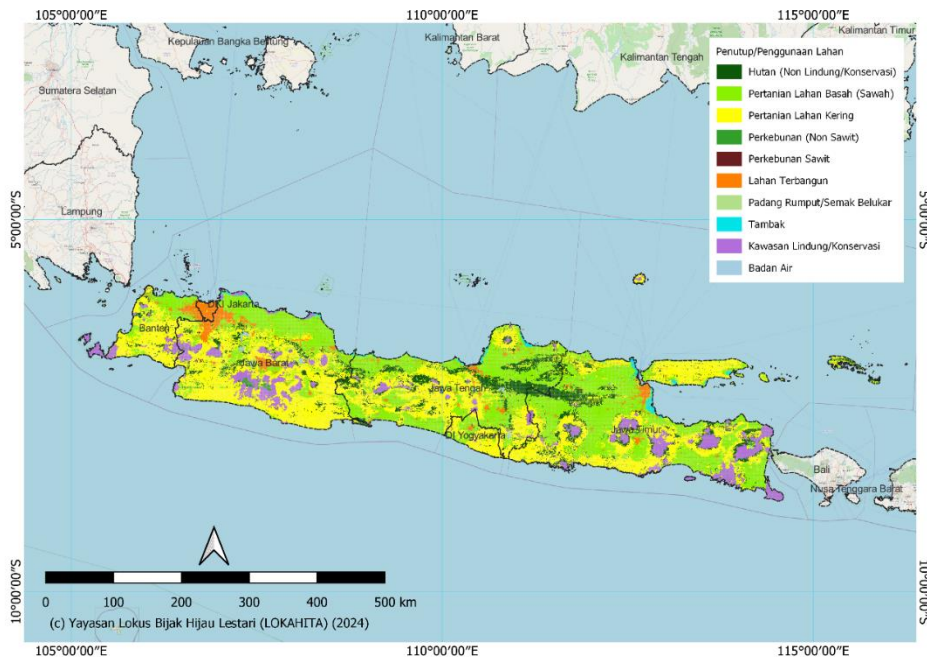
Pada prinsipnya, wilayah dengan VP tidak boleh diubah menjadi lahan Perkebunan Sawit. Jika hasil model kesesuaian fisik lahan merupakan Perkebunan Sawit namun berada pada wilayah dengan Variabel Pembatas, maka tidak dilakukan pengalokasian menjadi Perkebunan Sawit, sehingga alokasi lahannya akan kembali sebagai PPL eksisting. Di

beberapa pulau lain, penerapan VP pada model dapat memberikan hasil yang cukup signifikan pada model kesesuaian lahannya. Namun, di Pulau Jawa, penerapan VP ini tidak memberikan dampak yang signifikan karena model kesesuaian lahan yang dihasilkan baik dengan atau tanpa VP masih tetap sama. Hal ini disebabkan pula oleh kandidat lahan yang dapat dialokasikan sebagai lahan Perkebunan Sawit memang sangat kecil dan wilayah yang menjadi kandidat alokasi lahan Perkebunan Sawit tersebut bukan merupakan wilayah dengan VP. Alokasi luas dan persebaran setiap jenis PPL berdasarkan model kesesuaian fisik lahan dengan VP di Pulau Jawa dapat dilihat pada Tabel 4.10 dengan sebaran jenis PPL hasil kesesuaian fisik lahan terdapat pada peta di Gambar 4.13.

Tabel 4.10 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Jawa tahun 2022

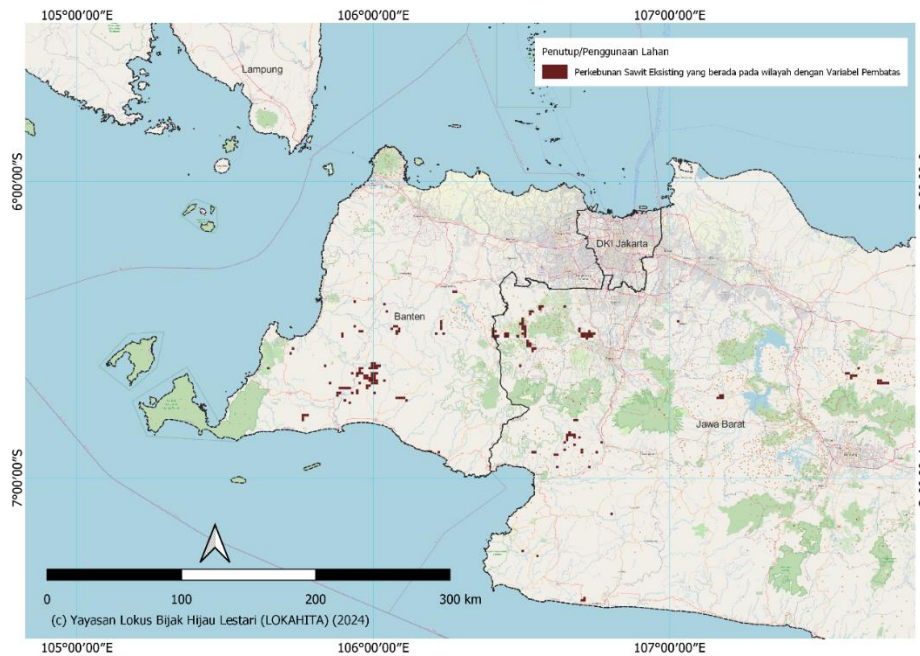
		Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas (VP)							
		Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
		1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Eksisting (ha)	1	986,606.11	141,061.69	745,208.88	3,392.86		10,823.38	84.65	5,039.34
	2	69,546.18	3,108,848.99	499,897.26	1,271.78		50,832.95	75.51	9,955.40
	3	210,102.97	444,197.69	3,601,644.51	5,596.29		31,309.34	423.33	6,426.17
	4	25,881.10	63,511.64	274,875.67	69,618.65	84.88	1,612.00	338.64	32.64
	5	2,207.72	1,697.65	29,613.69	169.63	4,924.28			
	6	32,820.29	689,148.40	224,197.61	1,610.33		440,367.55		6,927.62
	7	1,106.45	2,906.86	4,431.30	423.33		2,895.87	3,835.64	383.37
	8	4,965.81	68,783.26	10,453.72	84.99		4,194.09	84.82	114,748.21

Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.13 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Pulau Jawa (Sumber: hasil analisis, 2024)

Selain sebagai pertimbangan dalam menentukan lokasi tambahan untuk Perkebunan Sawit, dengan penerapan VP dapat pula diketahui lokasi Perkebunan Sawit eksisting yang berada pada VP. Di Pulau Jawa ditemukan seluas 2.123,05 ha luas Perkebunan Sawit Eksisting yang berada di wilayah VP dan tersebar di Provinsi Banten dan Jawa Barat, seperti yang terdapat pada Gambar 4.14. Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa terdapat ancaman gangguan terhadap lingkungan hidup di lokasi tersebut karena adanya konversi lahan menjadi Perkebunan Sawit. Pada lahan tersebut, diperlukan mitigasi agar dalam pengembangannya, Perkebunan Sawit tidak menyebabkan kerusakan lingkungan bagi daerah sekitarnya serta pengawasan agar tidak terjadi perluasan Perkebunan Sawit ke wilayah dengan VP.



Gambar 4.14 Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Jawa (Sumber: hasil analisis, 2024)

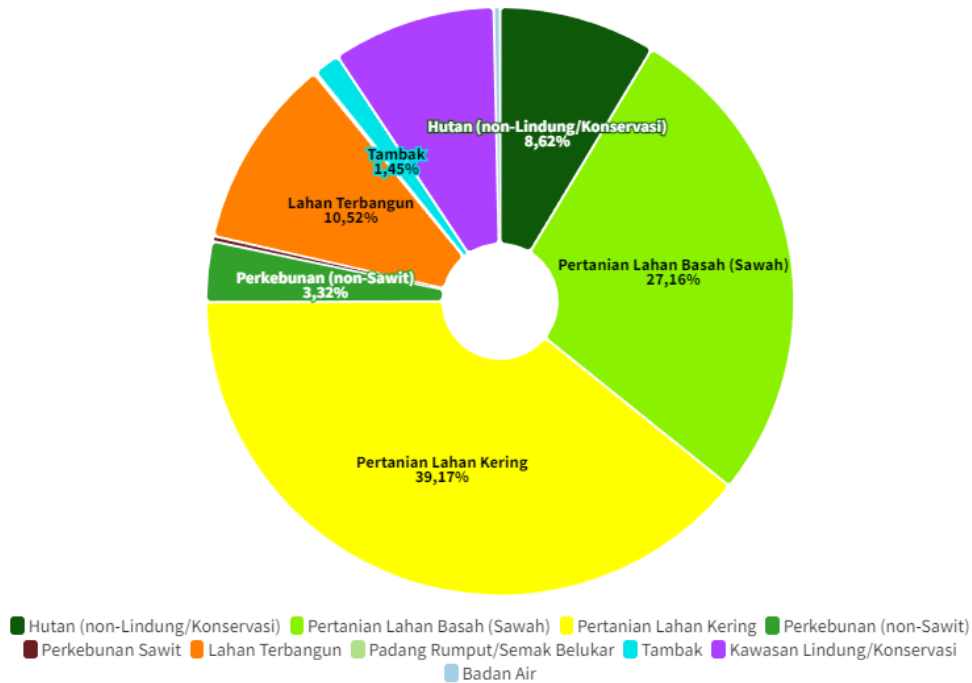
c. Nilai Batas Atas Perkebunan Sawit di Pulau Jawa

Dari hasil pemodelan, diperoleh bahwa luasan batas atas (cap) perkebunan sawit berdasarkan perspektif D3TLH di Pulau Jawa adalah sebesar 38.612,98 ha atau sekitar 0,29% dari total luas Pulau Jawa. Nilai batas atas (cap) tersebut sama dengan luas perkebunan sawit eksisting yang terdapat di Pulau Jawa saat ini. Hal ini disebabkan karena tidak adanya kandidat lahan lain yang dapat dialokasikan sebagai lahan Perkebunan Sawit berdasarkan hasil penilaian kesesuaian fisik lahan dan juga penerapan VP selain lahan Perkebunan (non-sawit) yang hanya seluas 84,88 ha

Diagram pada Gambar 4.15 menunjukkan proporsi luas setiap jenis penutup lahan di Pulau Jawa dari hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan VP. Luasan

lahan Perkebunan Sawit yang hanya memiliki proporsi sebesar 0,29% menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil dari karakteristik fisik wilayah Pulau Jawa yang cocok digunakan sebagai lahan perkebunan sawit. Hasil ini tentu juga dipengaruhi oleh keterbatasan metode dan data training yang digunakan, dimana kandidat lahan perkebunan sawit dicari dan disesuaikan dengan kondisi fisik dari lahan perkebunan sawit yang telah ada (eksisting) di Pulau Jawa.

Luas Penutup/Penggunaan Lahan Hasil Pemodelan



Gambar 4.15 Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Jawa tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.11 Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Jawa

Jenis PPL	Alokasi	PPL 2022	Selisih	Alokasi	PPL 2022	Selisih
	(ha)			(%)		
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	1.143.530,53	1.892.216,92	748.686,39	8,62%	14,27%	5,65%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	3.600.676,68	3.740.428,08	139.751,40	27,16%	28,21%	1,05%
Pertanian Lahan Kering	5.193.767,02	4.299.700,31	-894.066,71	39,17%	32,43%	-6,74%
Perkebunan (non-Sawit)	440.874,48	435.955,22	-4.919,26	3,32%	3,29%	-0,04%
Perkebunan Sawit	38.612,98	38.612,98	0,00	0,29%	0,29%	0,00%
Lahan Terbangun	1.394.902,17	1.395.071,80	169,63	10,52%	10,52%	0,00%
Padang Rumput/Semak Belukar	16.227,80	15.982,81	-244,99	0,12%	0,12%	0,00%
Tambak	192.691,37	203.314,91	10.623,54	1,45%	1,53%	0,08%

Jenis PPL	Alokasi	PPL 2022	Selisih	Alokasi	PPL 2022	Selisih
	(ha)			(%)		
Kawasan Lindung/Konservasi	1.191.813,96	1.191.813,96	0,00	8,99%	8,99%	0,00%
Badan Air	46.544,73	46.544,73	0,00	0,35%	0,35%	0,00%
PULAU JAWA	13.259.641,71	13.259.641,71	0,00	100,00%	100,00%	0,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

4.2.3 Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara

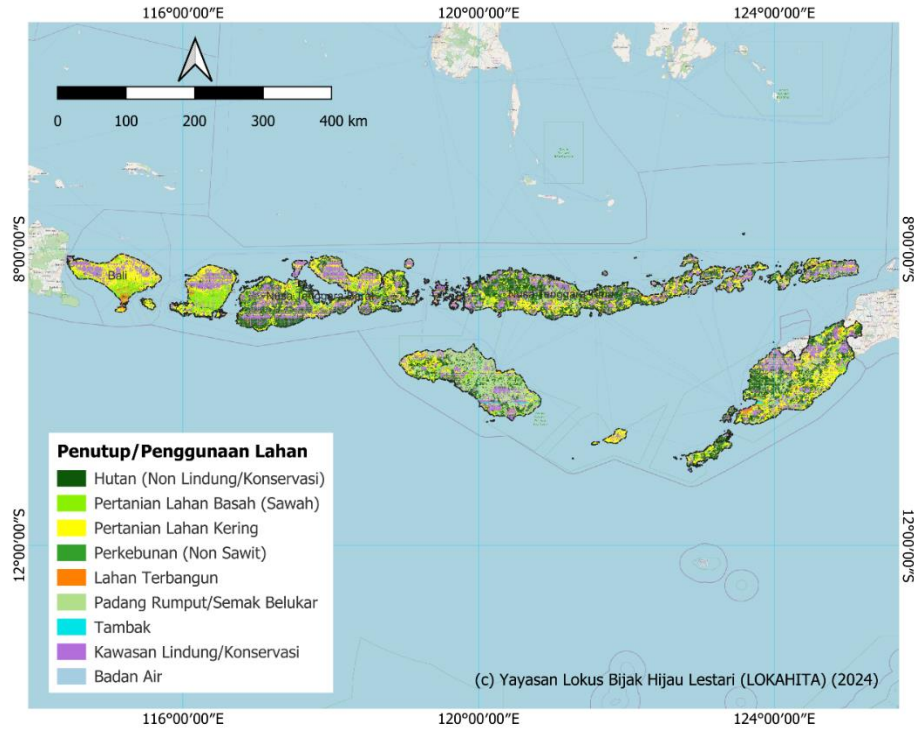
a. Kebutuhan Penutup/Penggunaan Lahan

Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara merupakan satu-satunya dari tujuh wilayah pulau-kepulauan di Indonesia yang tidak memiliki perkebunan sawit eksisting. Hal ini disebabkan oleh karakteristik ekosistem di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara yang didominasi oleh Pegunungan Denudasional Bermaterial Campuran Batuan Beku Luar dan Batuan Piroklastik Vegetasi Padang Rumput Monsun Pamah (KLHK, 2020), di mana ekosistem ini memiliki lapisan tanah yang sangat tipis sehingga tidak banyak vegetasi yang dapat tumbuh, termasuk sawit. Adapun vegetasi yang cocok hidup di wilayah ini adalah vegetasi kecil seperti savana/padang rumput. Hal ini juga terlihat pada peta penutup lahan Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara di mana tutupan lahan berupa pertanian lahan kering dan padang rumput/semak belukar menempati posisi kedua dan keempat terluas dengan luasan lahan total keduanya sekitar 35% dari luas penutup lahan keseluruhan di wilayah tersebut (Gambar 4.16 dan Tabel 4.12).

Tabel 4.12 Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022

Jenis PL	Luas (Ha)	Luas (%)
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	2,020,016.33	28.17%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	616,294.87	8.59%
Pertanian Lahan Kering	1,696,516.15	23.66%
Perkebunan (non-Sawit)	14716	0.21%
Perkebunan Sawit	-	0.00%
Lahan Terbangun	166,752.06	2.33%
Padang Rumput/Semak Belukar	928,562.14	12.95%
Tambak	32,495.85	0.45%
Kawasan Lindung/Konservasi	1,678,158.30	23.40%
Badan Air	17,948.08	0.25%
KEPULAUAN BALI DAN NUSA TENGGARA	7,171,459.35	100.00%

Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.16 Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Kondisi eksisting di mana tidak terdapatnya perkebunan sawit di wilayah Bali dan Nusa Tenggara juga linear dengan data statistik terkait produksi dan konsumsi sawit di daerah tersebut. Data produksi dari Kementerian Pertanian menunjukkan nilai nihil untuk wilayah Bali dan Nusa Tenggara, sehingga menghasilkan nilai *footprint intensity* (nilai produktivitas) nol. Sehingga, nilai kebutuhan lahan untuk wilayah tersebut juga 0 ha (Tabel 4.13).

Tabel 4.13 Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022

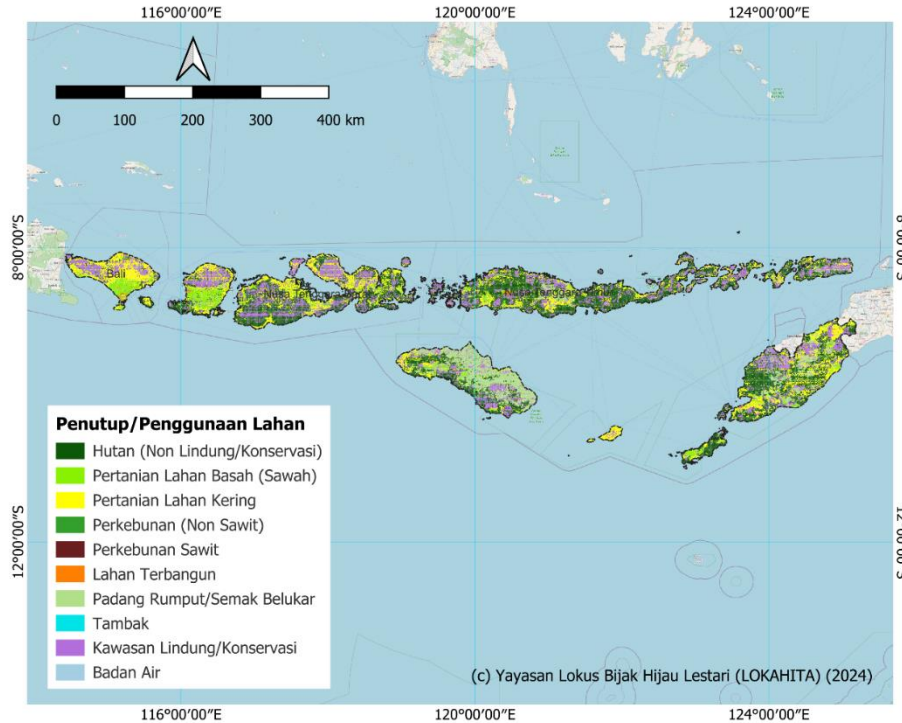
	Jenis Penutup/Penggunaan Lahan							
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
Kebutuhan lahan (ha)	1,006,180.05	534,777.38	386,425.37	146,419.97	0.00	21,462.10	34,585.75	5,547.87
Luas PPL Eksisting (ha)	2,020,016.33	616,294.87	1,696,516.15	14,715.56	0.00	166,752.06	928,562.14	32,495.85
Surplus/Defisit?	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	-	Surplus	Surplus	Surplus

Sumber: hasil analisis, 2024

b. Kesesuaian Fisik Lahan dan Variabel Pembatas

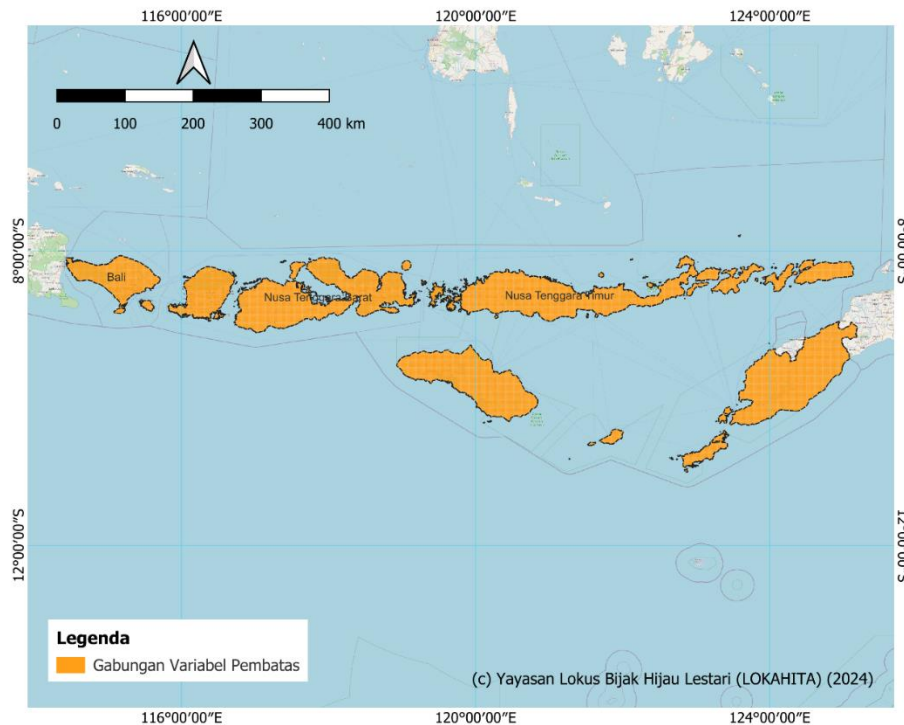
Meskipun di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tidak terdapat perkebunan sawit eksisting, pemodelan kesesuaian lahan tetap dilakukan. Dengan menggunakan pendekatan karakteristik ekoregion yang mirip dengan wilayah Bali dan Nusa Tenggara, perkebunan sawit eksisting di Kepulauan Maluku dipilih menjadi sampel pemodelan. Hasil pemodelan SVM menunjukkan terdapat 2 grid di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memiliki

kesesuaian untuk ditanami sawit. Gambar 4.17 menunjukkan hasil pemetaan kesesuaian lahan di wilayah Bali dan Nusa Tenggara, di mana tidak terlihat area perkebunan sawit di wilayah tersebut (ditunjukkan oleh warna coklat).



Gambar 4.17 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara (Sumber: hasil analisis, 2024)

Setelah memasukkan faktor variabel pembatas pada hasil pemodelan (Gambar 4.18), 2 grid yang sebelumnya memenuhi kesesuaian fisik untuk lahan perkebunan sawit pada akhirnya tidak bisa dijadikan perkebunan sawit karena berada di wilayah yang memiliki variabel pembatas.



Gambar 4.18 Peta gabungan Variabel Pembatas di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Berdasarkan data fisik curah hujan, kondisi wilayah Bali dan Nusa Tenggara mempunyai curah hujan yang relatif rendah. Selain itu, berdasarkan data variabel pembatas defisit air, sebagian wilayah ini juga mengalami defisit air (lihat Lampiran peta Variabel Pembatas). Kedua hal ini juga dapat menjadi faktor tambahan penyebab sawit tidak cocok tumbuh di wilayah Bali dan Nusa Tenggara. Sehingga, berdasarkan pemodelan kesesuaian fisik lahan serta adanya variabel pembatas, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat jenis PPL lain yang dapat dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara (Tabel 4.14).

Tabel 4.14 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022

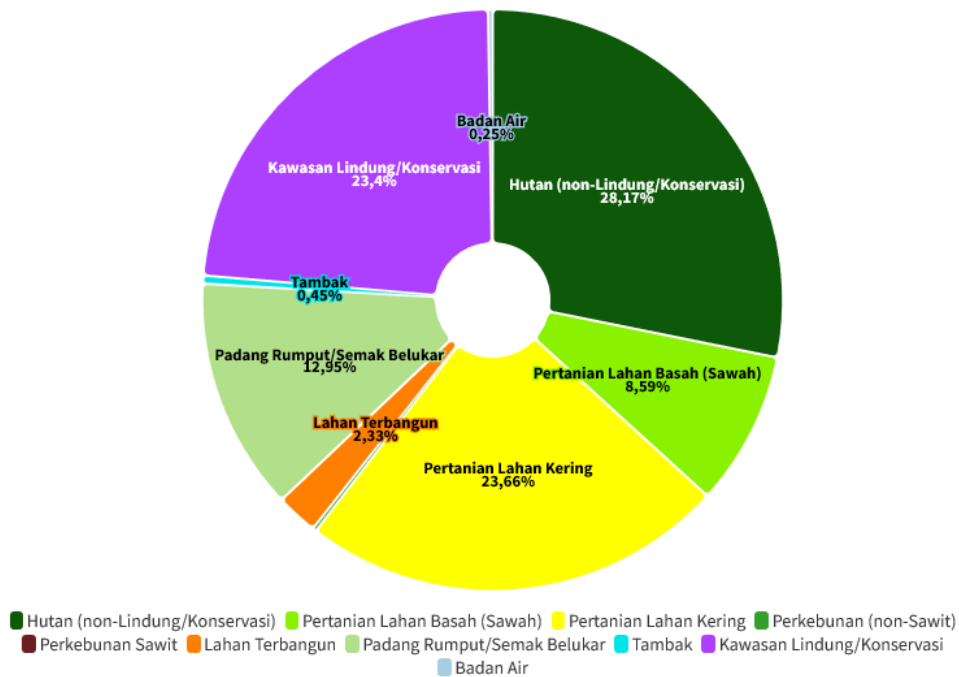
	Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)								
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Luas PPL Eksisting (ha)	1	1,602,994.64	38,281.28	271,258.52			743.26	106,738.20	0.42
	2	85,357.95	301,883.00	193,115.42	84.27		791.80	35,059.46	2.98
	3	546,585.68	88,938.07	973,529.62			1,449.77	86,013.01	
	4	2,014.02	201.72	2,773.52	758.72			8,967.58	
	5								
	6	39,400.22	35,633.29	58,364.10			20,274.46	13,079.99	
	7	242,212.19	22,060.87	119,090.28	84.34		684.23	544,430.24	
	8	6,685.15	6,265.90	13,112.65			98.36	4,888.68	1,445.11

Sumber: hasil analisis, 2024

c. Nilai Batas Atas Perkebunan Sawit di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara

Pada akhirnya, diperoleh nilai batas atas (cap) luas Perkebunan Sawit berdasarkan perspektif D3TLH di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara sebesar 0 ha. Hal ini dikarena baik dari data statistik *footprint intensity*, serta kondisi fisik dan ekologis wilayah, menunjukkan bahwa wilayah Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tidak cocok untuk ditanami sawit. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan akan sawit di daerah ini, perlu pasokan dari wilayah pulau/kepulauan lain di Indonesia.

Luas Penutup/Penggunaan Lahan Hasil Pemodelan



Gambar 4.19 Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Gambar 4.19 merupakan diagram proporsi PPL di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara dari hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas. Diagram tersebut menunjukkan tidak adanya proporsi lahan yang sesuai untuk ditanami sawit. Mayoritas lahan cocok untuk hutan (non-lindung) dan pertanian lahan kering, masing-masing dengan proporsi 28,17% dan 23,66%. Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sulawesi dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara

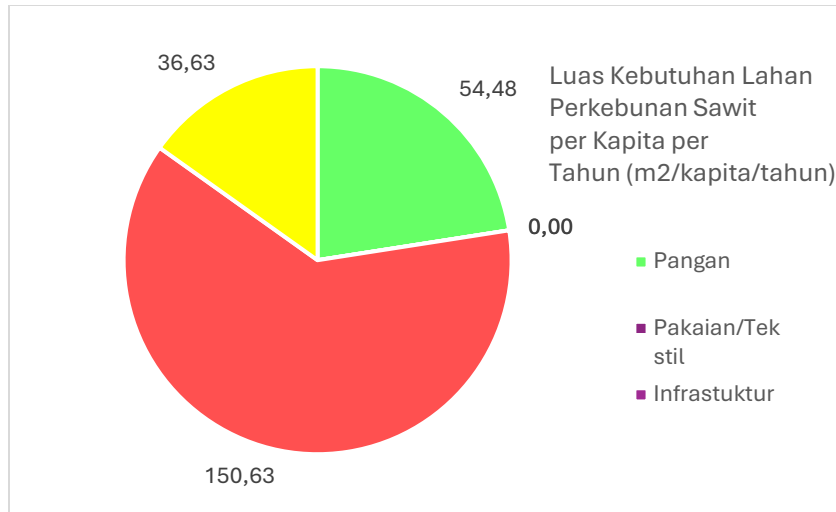
Jenis PL	Alokasi (%)	PL 2022 (%)	Selisih (%)	Alokasi (ha)	PL 2022 (ha)	Selisih (ha)
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	28.17%	28.17%	0.00%	2,020,016.33	2,020,016.33	0.00
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	8.59%	8.59%	0.00%	616,210.60	616,294.87	84.27
Pertanian Lahan Kering	23.66%	23.66%	0.00%	1,696,516.15	1,696,516.15	0.00
Perkebunan (non-Sawit)	0.21%	0.21%	0.00%	14,884.17	14,715.56	-168.61
Perkebunan Sawit	0.00%	0.00%	0.00%	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbangun	2.33%	2.33%	0.00%	166,752.06	166,752.06	0.00
Padang Rumput/Semak Belukar	12.95%	12.95%	0.00%	928,477.81	928,562.14	84.34
Tambak	0.45%	0.45%	0.00%	32,495.85	32,495.85	0.00
Kawasan Lindung/Konservasi	23.40%	23.40%	0.00%	1,678,158.30	1,678,158.30	0.00
Badan Air	0.25%	0.25%	0.00%	17,948.08	17,948.08	0.00
PULAU BALI NUSTRA	100.00%	100.00%	0.00%	7,171,459.35	7,171,459.35	0.00

Sumber: hasil analisis, 2024

4.2.4 Pulau Kalimantan

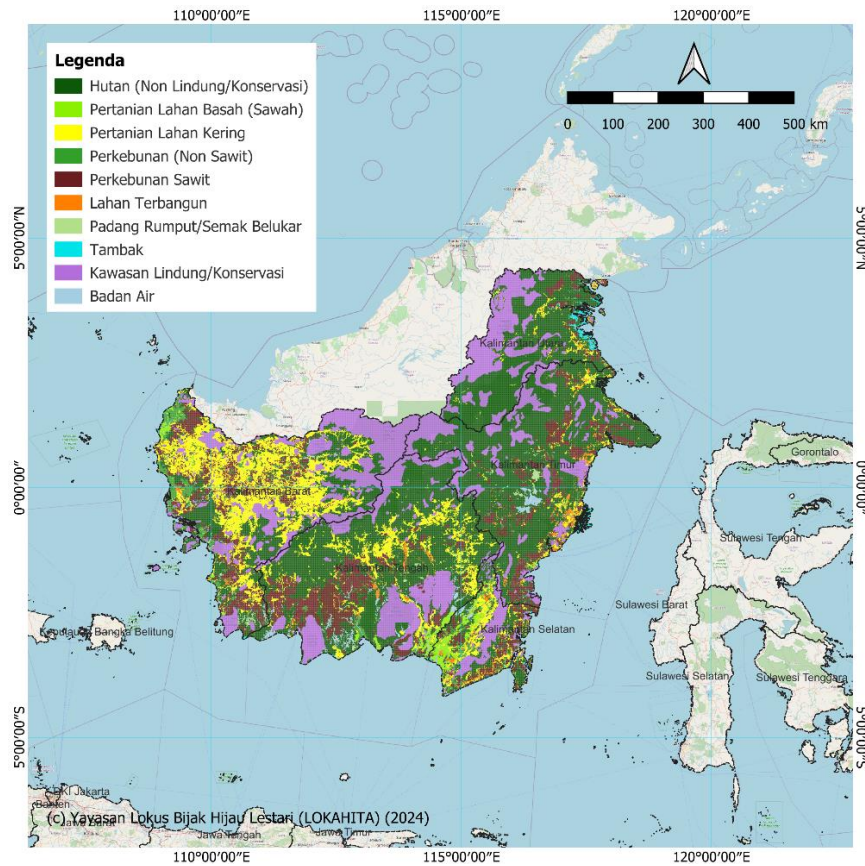
a. Kebutuhan Penutup/Penggunaan Lahan

Berdasarkan skenario penyediaan kebutuhan yang mencakup pangan, pakaian/tekstil, infrastruktur dan kayu, energi, dan konsumsi sawit lainnya, kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Kalimantan adalah 241.74 m². Sekitar 22,53% atau 928.036.671.5m² merupakan kebutuhan lahan Perkebunan Sawit untuk pangan; 62,31% atau 2.565.894.970 m² untuk energi; dan 15,15% atau 623.891.349,8 m² untuk kebutuhan sawit lainnya. Gambar 4.20 memperlihatkan proporsi kebutuhan lahan perkebunan sawit per kapita di Pulau Sulawesi tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan. Dengan penduduk tahun 2022 sejumlah 17.033.900 jiwa, total kebutuhan lahan Perkebunan Sawit di Pulau Sulawesi adalah 4.117.822.990,79 ha atau sekitar 12.37% dari luas total pulau Kalimantan.



Gambar 4.20 Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Kalimantan tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan (Sumber: hasil analisis, 2024)

Berdasarkan kondisi PPL eksisting, dari total luas wilayah Pulau Kalimantan sekitar 23,744,869.18 ha, 44.40% diantaranya merupakan Hutan (non-Lindung/Konservasi), 22,31% merupakan Kawasan Lindung/Konservasi, dan 13,15% merupakan Pertanian Lahan Kering. Sementara itu, luas lahan perkebunan sawit eksisting tahun 2022 di Pulau Kalimantan adalah 6,682,951.43 ha atau 12,50% dari total luas wilayah Pulau Kalimantan. Persebaran dan luasan masing-masing jenis PPL Pulau Kalimantan tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.21 dan Tabel 4.16.



Gambar 4.21 Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Kalimantan tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.16 Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Kalimantan tahun 2022

Jenis PPL	Luas (ha)	Luas (%)
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	23,744,869.18	44.40%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	702,632.15	1.31%
Pertanian Lahan Kering	7,033,421.62	13.15%
Perkebunan (non-Sawit)	1,478,391.12	2.76%
Perkebunan Sawit	6,682,951.43	12.50%
Lahan Terbangun	710,187.07	1.33%
Padang Rumput/Semak Belukar	248,750.62	0.47%
Tambak	295,879.09	0.55%
Kawasan Lindung/Konservasi	11,931,303.83	22.31%
Badan Air	647,507.95	1.21%
PULAU KALIMANTAN	53,475,894.06	100,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

Jika didasarkan pada perspektif D3TLH, lahan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Kalimantan, seluas 6.682.951,43 hektar, sudah jauh memenuhi kebutuhan lahannya yang mencapai 411.782,30 ha. Dengan kondisi yang surplus, yaitu kebutuhan lahan perkebunan sawit lebih rendah dari luas lahan eksistingnya, maka tidak diperlukan tambahan lahan dari jenis PPL lain untuk dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Pulau Kalimantan atau dengan kata lain tidak diperlukan lagi ekspansi perkebunan Sawit. Perbandingan luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Kalimantan tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Kalimantan tahun 2022

	Jenis Penutup/Penggunaan Lahan							
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/ Semak Belukar	Tambak
Kebutuhan lahan (ha)	51,136.46	859,595.57	2,397,834.72	144,679.26	411,782.30	23,847.46	27,378.93	506.84
Luas PPL Eksisting (ha)	23,744,869.18	702,632.15	7,033,421.62	1,478,391.12	6,682,951.43	710,187.07	248,750.62	295,879.09
Status	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus

Sumber: hasil analisis, 2024

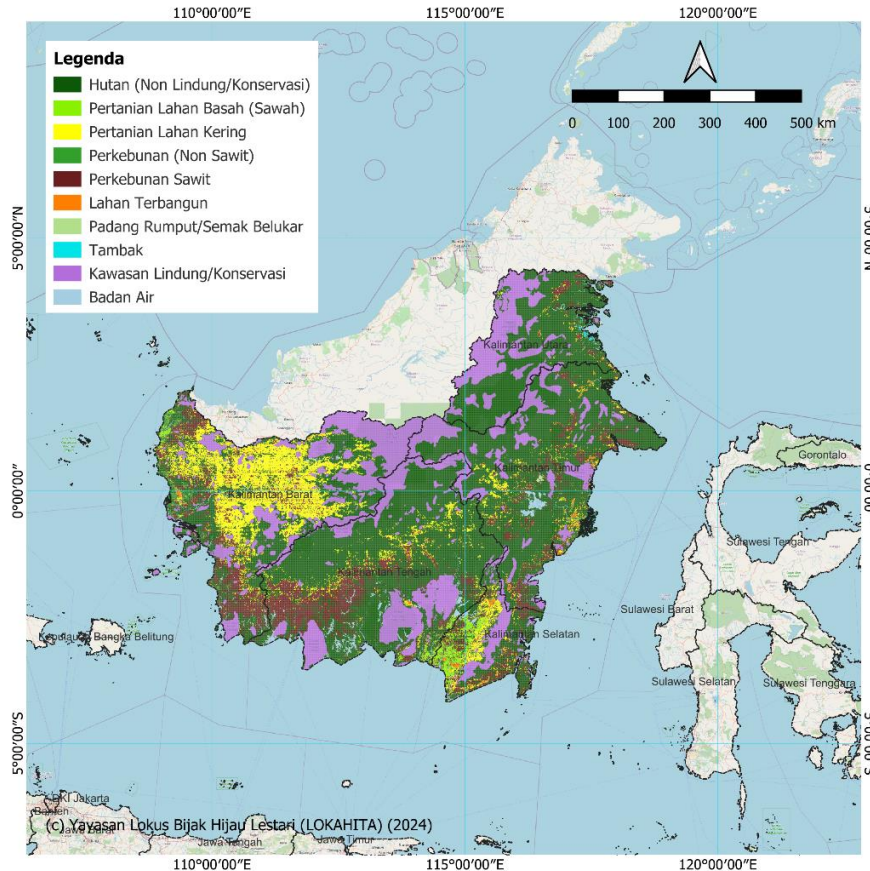
b. Kesesuaian Fisik Lahan dan Variabel Pembatas

Berdasarkan pemodelan kesesuaian fisik lahan, terdapat seluas 2,549,273.90 ha lahan dari jenis PPL lain yang dapat dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Pulau Kalimantan. Alokasi ini paling banyak berasal dari jenis PPL Pertanian Hutan (non-Lindung/Konservasi), yaitu sekitar 1.155,003.53 ha; dan Pertanian Lahan Kering, yaitu sekitar 780.990,53 ha. Alokasi luas dan persebaran setiap jenis PPL berdasarkan model kesesuaian fisik lahan di Pulau Kalimantan dapat dilihat pada Tabel 4.18 dan Gambar 4.22.

Tabel 4.18 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan di Pulau Kalimantan tahun 2022

	Luas Kesesuaian Fisik Lahan Tanpa mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)								
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/ Semak Belukar	Tambak	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Luas PPL Eksisting (ha)	1	21,697,329.84	73,088.01	739,162.81	33,014.18	1,155,003.53	20,779.06	2,813.72	23,678.02
	2	207,620.31	340,304.16	37,778.37	20,419.13	94,119.21	2,305.50		85.47
	3	2,719,909.49	42,972.51	3,440,106.94	34,596.19	780,990.53	13,174.30	85.48	1,586.18
	4	644,516.47	43,764.42	265,700.11	196,552.85	318,160.71	7,856.44	1,025.18	814.94
	5	2,349,862.11	82,543.95	874,682.74	26,659.22	3,340,190.63	6,041.89	1,452.28	1,518.60
	6	264,016.20	14,847.53	105,467.91	12,697.44	135,735.72	176,609.40	256.39	556.49
	7	146,092.59	1,024.51	23,159.49	2,307.28	49,115.05	631.28	26,328.21	92.21
	8	195,707.69	3,273.61	2,660.65	2,198.61	16,149.16	702.98		75,186.39

Sumber: hasil analisis, 2024



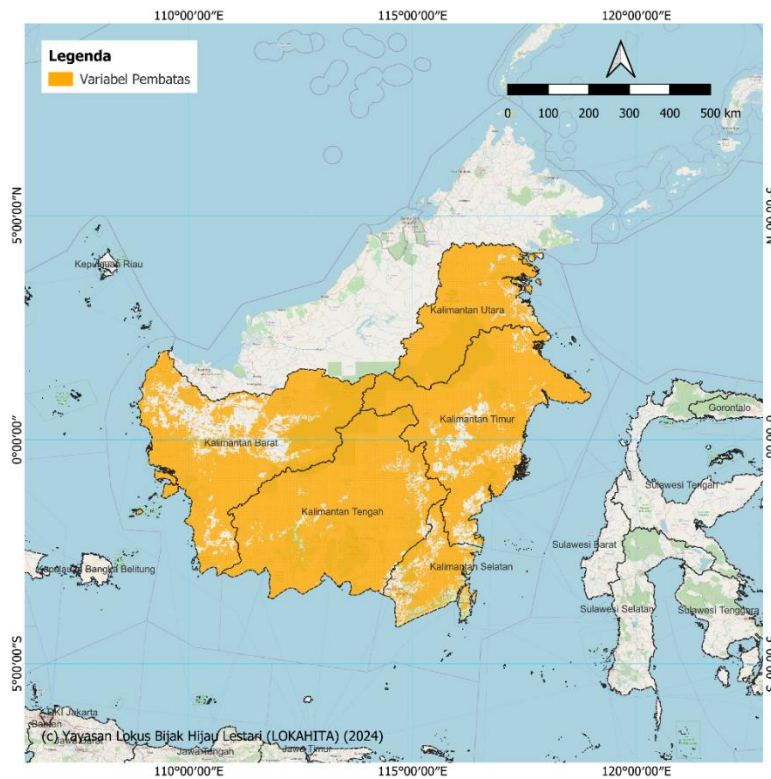
Gambar 4.22 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Pulau Kalimantan
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Sebagai upaya perlindungan ekosistem vital serta keanekaragaman hayati dan habitatnya dari ekspansi Perkebunan Sawit di Pulau Kalimantan, model kesesuaian fisik lahan disempurnakan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas. Terdapat tiga belas Variabel Pembatas ditemukan terdapat di Pulau Kalimantan, dengan Satwa Dilindungi dan JLH Tinggi sebagai Variabel Pembatas yang meliputi lebih dari setengah luas wilayah Pulau Kalimantan. Sekitar 36,75 juta hektare atau 68,77% dari luas wilayah Pulau Kalimantan merupakan wilayah daerah JLH tinggi. Variabel satwa dilindungi meliputi 34,72 juta hektare atau 64,93% dari luas wilayah Pulau Kalimantan yang tersebar di seluruh provinsi. . Adapun variabel pembatas DDLH penyedia air di pulau Kalimantan tidak ditemukan mengindikasikan bahwa kondisi ketersediaan air yang masih surplus dibandingkan dengan kebutuhannya. Tabel 4.19 memperlihatkan luas masing-masing Variabel Pembatas yang ada di Pulau Kalimantan. Sementara lokasi gabungan dari seluruh Variabel Pembatas yang terdapat di Pulau Kalimantan dapat dilihat pada Gambar 4.23.

Tabel 4.19 Luas Variabel Pembatas di Pulau Kalimantan tahun 2022

No	Variabel Pembatas	Luas (ha)	Luas terhadap Pulau Kalimantan (%)
1	Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) penyedia air berdasarkan <i>water district</i> (WD)	0.000	0.000
2	Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	8,434,414.321	15.772
3	Karst	870,819.650	1.628
4	Mangrove	577,750.263	1.080
5	Kawasan konservasi dan hutan lindung	12,000,048.438	22.440
6	Penutup lahan hutan primer dan sekunder	26,561,006.763	49.669
7	Mata Air	1,452.567	0.003
8	Kelerengan di atas 30%	459,536.743	0.859
9	Lahan Kritis	2,671,205.832	4.995
10	Satwa dilindungi	34,722,115.834	64.930
11	Masyarakat adat	1,246,95.591	0.233
12	Key Biodiversity Areas (KBA)	6,501,477.838	12.158
13	Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon)	36,775,651.283	68.771
14	Lahan terbangun	3,146,969.820	5.885

Sumber: hasil analisis, 2024



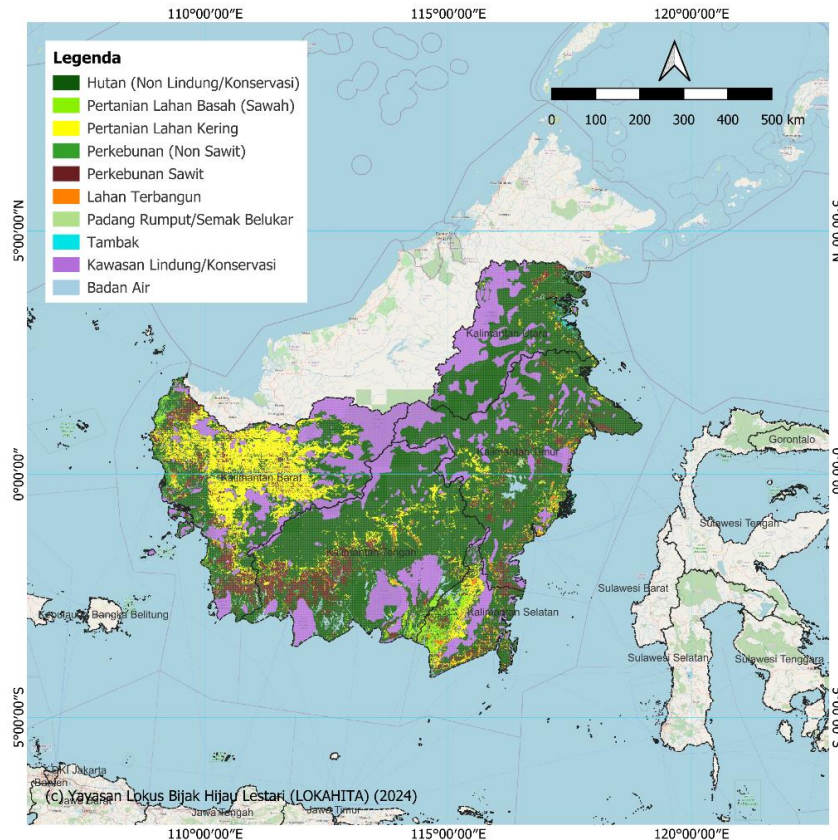
Gambar 4.23 Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Kalimantan tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Adanya Variabel Pembatas menyebabkan berkurangnya alokasi lahan Perkebunan Sawit dari jenis PPL lain menjadi 664,159.81 ha. Alokasi ini paling banyak berasal dari jenis PPL Pertanian Hutan (non-Lindung/Konservasi), yaitu sekitar 155,931.99 ha; dan Pertanian Lahan Kering, yaitu sekitar 344.477,24 ha. Alokasi luas setiap jenis PPL di Pulau Sulawesi berdasarkan model kesesuaian fisik lahan yang sudah mempertimbangkan Variabel Pembatas dapat dilihat pada Tabel 4.20 dengan persebarannya diperlihatkan oleh Gambar 4.24.

Tabel 4.20 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Kalimantan tahun 2022

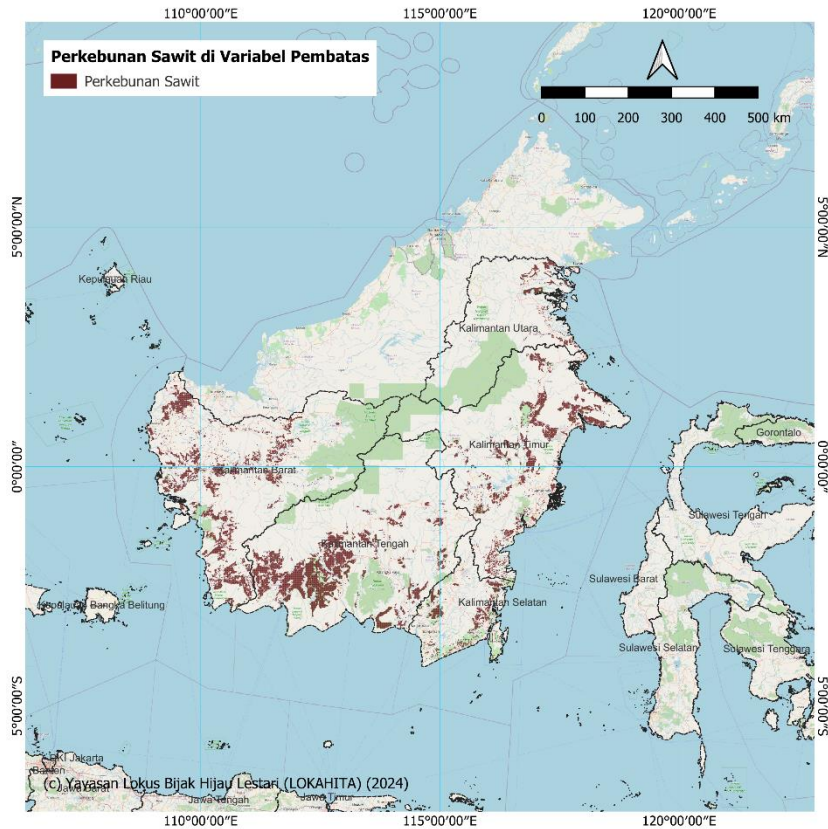
		Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)							
		Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/ Semak Belukar	Tambak
		1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Eksisting (ha)	1	22,696,401.37	73,088.01	739,162.81	33,014.18	155,931.99	20,779.06	2,813.72	23,678.02
	2	207,620.31	383,431.14	37,778.37	20,419.13	50,992.24	2,305.50		85.47
	3	2,719,909.49	42,972.51	3,876,620.21	34,596.19	344,477.27	13,174.30	85.48	1,586.18
	4	644,516.47	43,764.42	265,700.11	428,991.56	85,722.00	7,856.44	1,025.18	814.94
	5	2,349,862.11	82,543.95	874,682.74	26,659.22	3,340,190.63	6,041.89	1,452.28	1,518.60
	6	264,016.20	14,847.53	105,467.91	12,697.44	2,904.95	309,440.17	256.39	556.49
	7	146,092.59	1,024.51	23,159.49	2,307.28	14,612.83	631.28	60,830.43	92.21
	8	195,707.69	3,273.61	2,660.65	2,198.61	9,518.52	702.98		81,817.03

Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.24 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Pulau Kalimantan (Sumber: hasil analisis, 2024)

Luas variabel pembatas yang ada di Kalimantan mencapai 46.572.790,18 ha dari 53.475.894,06 ha luas kalimantan atau sekitar 87.09%. Jika ditinjau dari hal ini maka luasan lahan yang boleh ditanami oleh sawit (terlepas dari sesuai atau tidak dengan karakteristik fisik sawit) adalah 12,91% atau 6.903.103,88 ha. Pada kondisi real nya, terdapat banyak lahan perkebunan sawit yang berada pada wilayah variabel pembatas. Berikut adalah perkebunan sawit yang berada pada variabel pembatas.



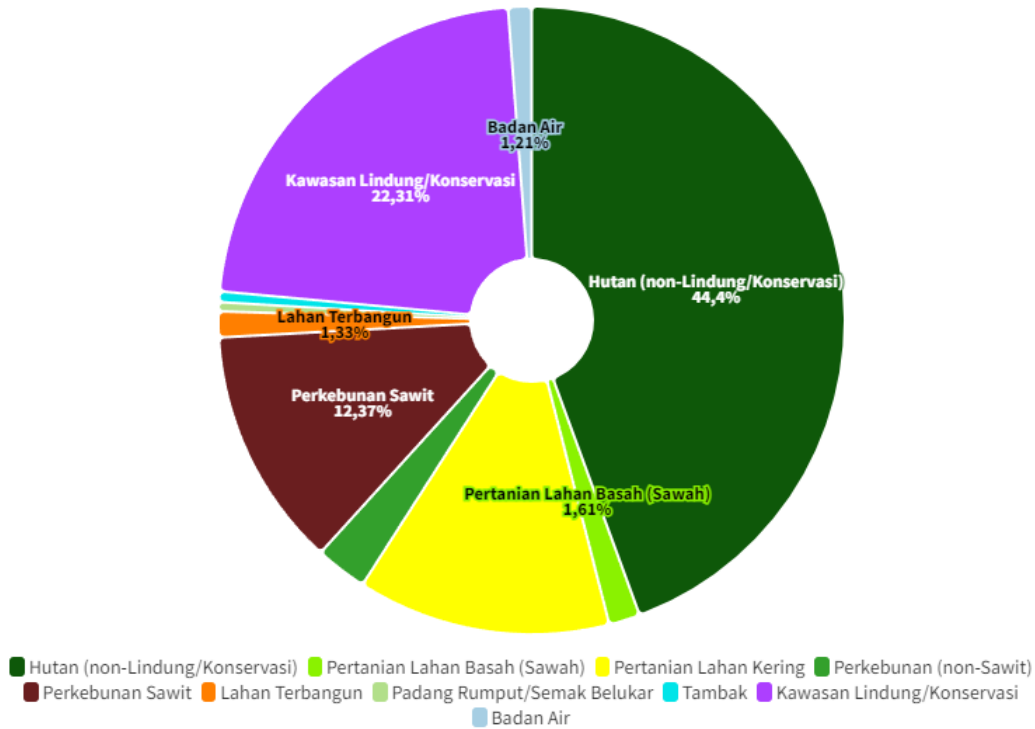
Gambar 4.25 Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Kalimantan (Sumber: hasil analisis, 2024)

c. Nilai Batas Atas Perkebunan Sawit di Pulau Sulawesi

Pada akhirnya, diperoleh nilai batas atas (cap) luas Perkebunan Sawit berdasarkan perspektif D3TLH di Pulau Kalimantan sebesar 6,612,724.93 ha atau 12.37% dari total luas wilayah Pulau Kalimantan.

Gambar 4.26 merupakan diagram proporsi PPL di Pulau Kalimantan hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas. Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sulawesi dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Luas Penutup/Penggunaan Lahan Hasil Pemodelan



Gambar 4.26 Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.21 Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sulawesi

Jenis PPL	Alokasi	PPL 2022	Selisih	Alokasi	PPL 2022	Selisih
	(ha)			%		
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	5.382.234,39	23,744,869.18	0.00	44.40%	44.40%	0,05%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	1.347.875,34	702,632.15	-156,963.43	1.61%	1.31%	0,00%
Pertanian Lahan Kering	4.217.010,10	7,033,421.62	42,972.51	13.07%	13.15%	0,00%
Perkebunan (non-Sawit)	292.301,54	1,478,391.12	43,764.42	2.68%	2.76%	0,00%
Perkebunan Sawit	483.520,78	6,682,951.43	70,226.50	12.37%	12.50%	-0,05%
Lahan Terbangun	222.456,51	710,187.07	0.00	1.33%	1.33%	0,00%
Padang Rumput/Semak Belukar	243.409,88	248,750.62	0.00	0.47%	0.47%	0,00%
Tambak	199.725,54	295,879.09	0.00	0.55%	0.55%	0,00%
Kawasan Lindung/Konservasi	11,931,303.83	11,931,303.83	0.00	22.31%	22.31%	0,00%
Badan Air	647,507.95	647,507.95	0.00	1.21%	1.21%	0,00%
PULAU SULAWESI	18.623.574,68	18.623.574,68	0,00	100,00%	100,00%	0,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

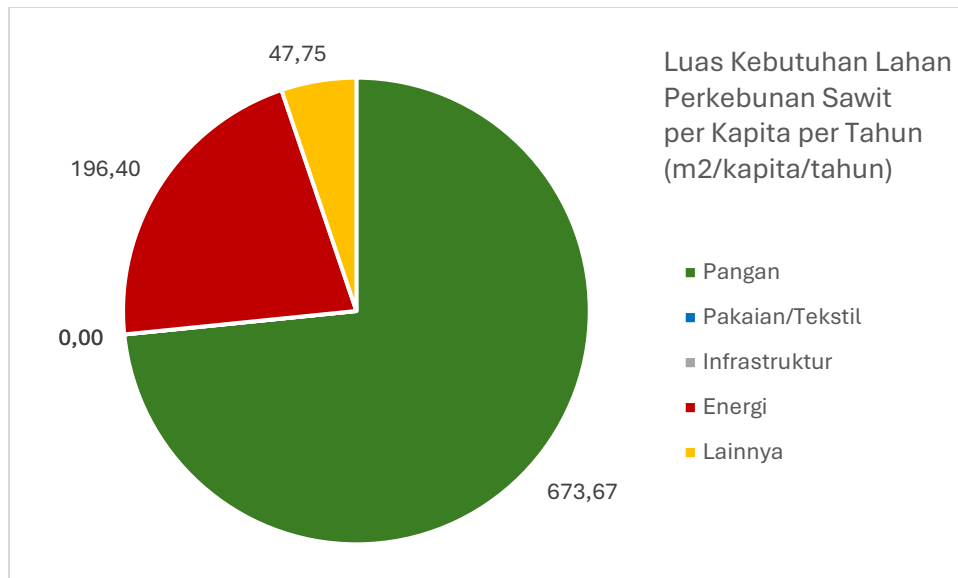
Penetapan batas atas (cap) luasan perkebunan sawit di Pulau Kalimantan sangat krusial, mengingat kebutuhan Perkebunan Sawit yang jauh di bawah luas perkebunan sawit eksisting. Setiap ekspansi baru harus didasarkan pada kajian daya dukung lingkungan, yang mempertimbangkan kapasitas ekosistem dalam mendukung perkebunan sawit tanpa merusak fungsi lingkungan.

Jika memang harus dilakukan ekspansi, peningkatan produktivitas lahan perkebunan sawit yang sudah ada melalui penerapan teknologi agrikultur berkelanjutan, seperti varietas unggul dan praktik budidaya yang efisien, seharusnya menjadi prioritas utama. Dengan demikian, peningkatan hasil sawit dapat dicapai tanpa perlu memperluas lahan secara signifikan, yang justru dapat menekan Pertanian Lahan Kering dan Perkebunan Non Sawit yang memiliki peran penting dalam keberlanjutan sistem pangan lokal. Selain itu, pembatasan ekspansi ke area sensitif seperti daerah jelajah satwa lindung, hutan primer dan kawasan ekosistem esensial harus ditegakkan secara tegas, mengingat pentingnya wilayah tersebut untuk melindungi keanekaragaman hayati, menjaga keseimbangan ekosistem, dan memitigasi dampak perubahan iklim serta risiko bencana alam di Kalimantan.

4.2.5 Pulau Sulawesi

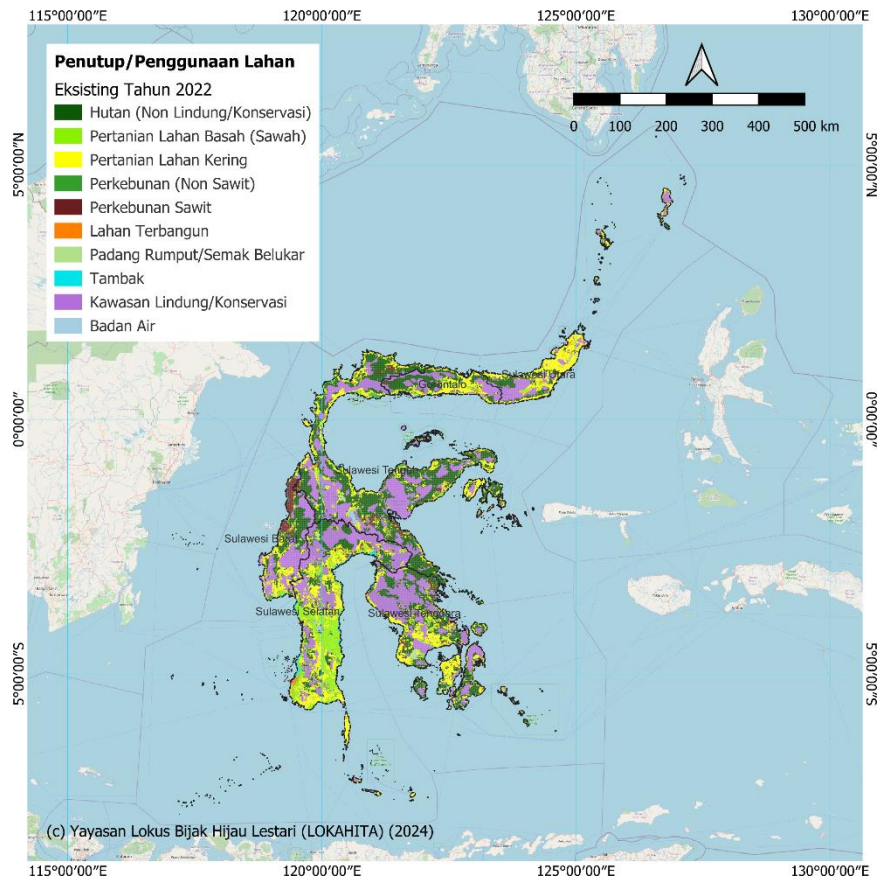
a. Kebutuhan Penutup/Penggunaan Lahan

Berdasarkan skenario penyediaan kebutuhan yang mencakup pangan, pakaian/tekstil, infrastruktur dan kayu, energi, dan konsumsi sawit lainnya, kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Sulawesi adalah 917,82 m². Sekitar 73,40% atau 673,67 m² merupakan kebutuhan lahan Perkebunan Sawit untuk pangan; 21,40% atau 196,40 m² untuk energi; dan 5,20% atau 47,75 m² untuk kebutuhan sawit lainnya. Gambar 4.27 memperlihatkan proporsi kebutuhan lahan perkebunan sawit per kapita di Pulau Sulawesi tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan. Dengan penduduk tahun 2022 sejumlah 20.333.900 jiwa, total kebutuhan lahan Perkebunan Sawit di Pulau Sulawesi adalah 1.866.291,89 ha.



Gambar 4.27 Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Pulau Sulawesi tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Berdasarkan kondisi PPL eksisting, dari total luas wilayah Pulau Sulawesi sekitar 18.623.574,68 ha, 33,00% di antaranya merupakan Kawasan Lindung/Konservasi, 28,95% merupakan Hutan (non-Lindung/Konservasi); dan 22,64% merupakan Pertanian Lahan Kering. Sementara itu, luas lahan perkebunan sawit eksisting tahun 2022 di Pulau Sulawesi adalah 473.821 ha atau 2,54% dari total luas wilayah Pulau Sulawesi. Persebaran dan luasan masing-masing jenis PPL Pulau Sulawesi tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.28 dan Tabel 4.22.



Gambar 4.28 Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.22 Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022

Jenis PPL	Luas (ha)	Luas (%)
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	5.390.898,23	28,95%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	1.347.875,34	7,24%
Pertanian Lahan Kering	4.217.192,50	22,64%
Perkebunan (non-Sawit)	292.813,86	1,57%
Perkebunan Sawit	473.821,01	2,54%
Lahan Terbangun	222.456,51	1,19%
Padang Rumput/Semak Belukar	243.409,88	1,31%
Tambak	200.066,75	1,07%
Kawasan Lindung/Konservasi	6.146.292,90	33,00%
Badan Air	88.747,70	0,48%
PULAU SULAWESI	18.623.574,68	100,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

Jika didasarkan pada perspektif D3TLH, lahan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Sulawesi, seluas 473.821 hektar, belum dapat memenuhi kebutuhannya yang mencapai 1.866.291,89 hektar. Dengan kondisi yang defisit, dimana kebutuhan lahan perkebunan

sawit lebih tinggi dari luas lahan eksistingnya, maka diperlukan tambahan lahan dari jenis PPL lain untuk dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Pulau Sulawesi. Perbandingan luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Sulawesi tahun 2022

	Jenis Penutup/Penggunaan Lahan							
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
Kebutuhan lahan (ha)	1.006.180,05	959.175,47	623.703,55	286.755,32	1.866.291,89	28.467,46	192.866,06	8.253,15
Luas PPL Eksisting (ha)	5.390.898,23	1.347.875,34	4.217.192,50	292.813,86	473.821,01	222.456,51	243.409,88	200.066,75
Status	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus

Sumber: hasil analisis, 2024

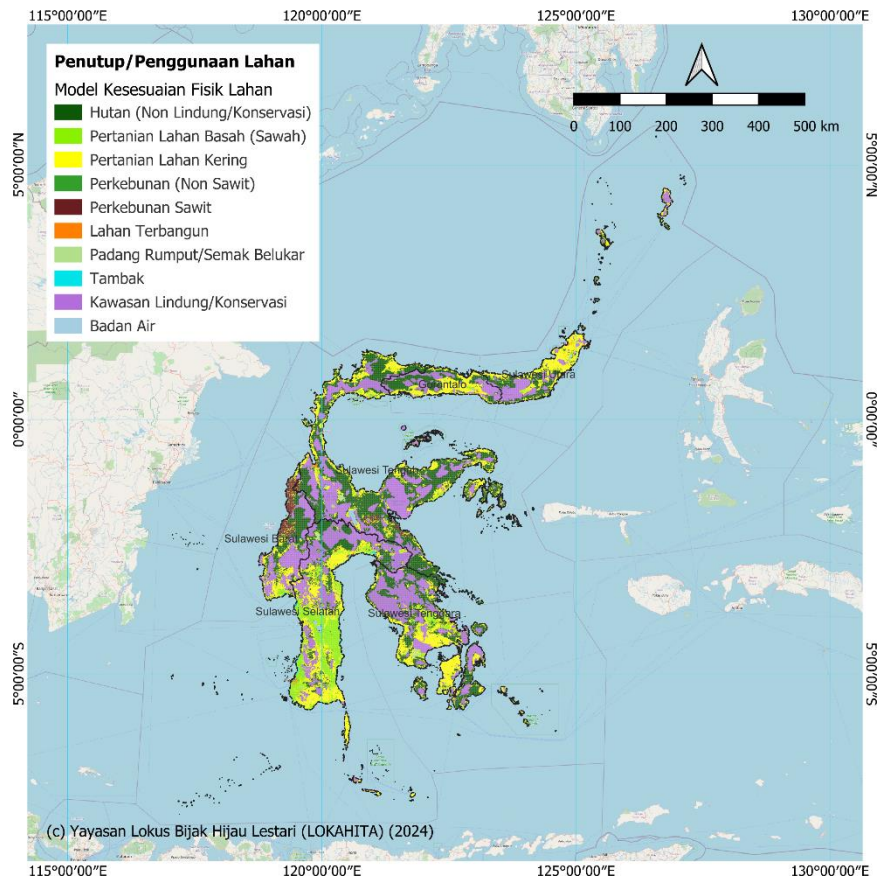
b. Kesesuaian Fisik Lahan dan Variabel Pembatas

Berdasarkan pemodelan kesesuaian fisik lahan, terdapat seluas 89.697,33 ha lahan dari jenis PPL lain yang dapat dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Pulau Sulawesi. Alokasi ini paling banyak berasal dari jenis PPL Pertanian Lahan Kering, yaitu sekitar 30,54% atau 27.393,09 ha; dan Perkebunan Non Sawit, yaitu sekitar 26,14% atau 23.442,66 ha. Alokasi luas dan persebaran setiap jenis PPL berdasarkan model kesesuaian fisik lahan di Pulau Sulawesi dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Gambar 4.29.

Tabel 4.24 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan di Pulau Sulawesi tahun 2022

	Luas Kesesuaian Fisik Lahan (ha)								
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Luas PPL Eksisting (ha)	1	4.669.476,84	44.579,80	645.427,11	1.623,21	15.000,25	1.190,52	8.663,84	4.936,66
	2	45.799,31	864.592,76	408.951,72	3.392,43	11.101,64	3.913,22	4.013,41	6.110,83
	3	805.424,64	218.814,36	3.141.009,98	4.795,66	27.393,09	2.904,54	9.041,91	7.808,31
	4	43.776,17	16.841,25	171.179,39	35.534,28	23.442,66	333,28	512,32	1.194,51
	5	59.956,40	14.917,96	156.361,96	2.364,09	237.518,42		1.109,23	1.592,96
	6	25.594,88	56.013,93	94.828,80	1.213,93	3.608,41	34.994,85	2.077,71	4.124,01
	7	61.045,56	7.077,00	101.486,27	286,39	1.401,64	370,67	71.742,34	
	8	8.079,11	42.785,78	57.258,41	2.034,26	7.749,63	576,16	341,21	81.242,21

(Sumber: hasil analisis, 2024)



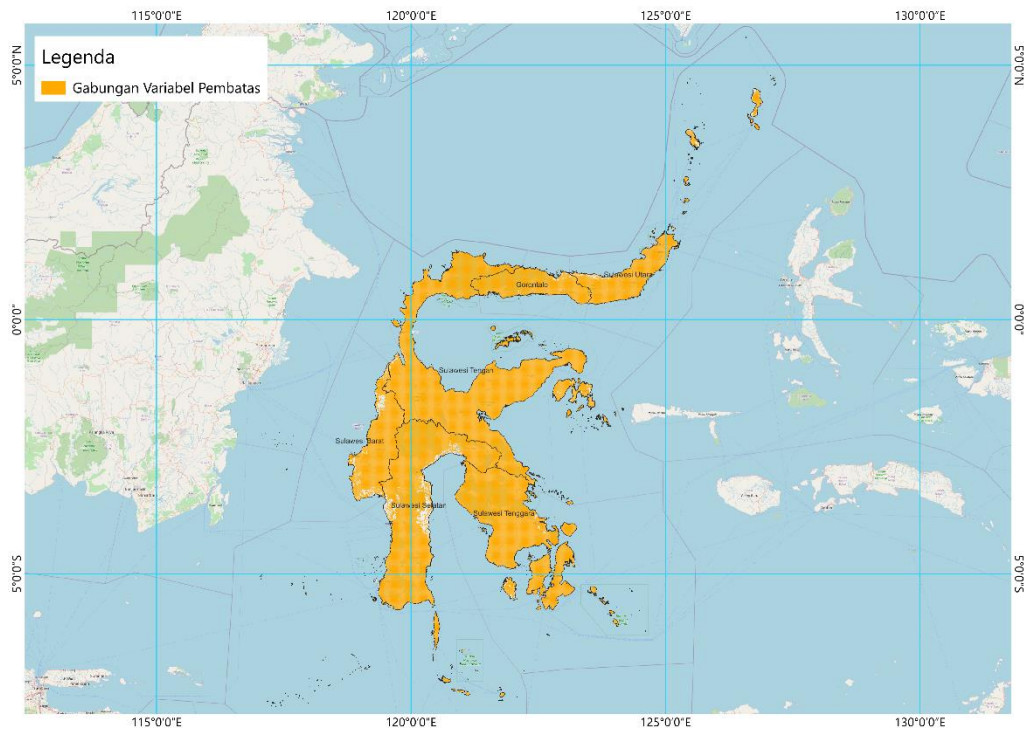
Gambar 4.29 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Pulau Sulawesi
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Sebagai upaya perlindungan ekosistem vital serta keanekaragaman hayati dan habitatnya dari ekspansi Perkebunan Sawit, model kesesuaian fisik lahan disempurnakan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas. Keempat belas Variabel Pembatas ditemukan terdapat di Pulau Sulawesi, dengan Satwa Dilindungi dan JLH Tinggi sebagai Variabel Pembatas yang meliputi lebih dari setengah luas wilayah Pulau Sulawesi. Sekitar 14,02 juta hektare atau 75,29% dari luas wilayah Pulau Sulawesi merupakan wilayah daerah jelajah satwa dilindungi, diantaranya berada di hampir seluruh Provinsi Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Tenggara; sebagian besar Provinsi Gorontalo dan Sulawesi Barat, kecuali pada bagian pesisir; serta sebagian kecil Provinsi Sulawesi Selatan, yaitu di bagian utaranya. Variabel JLH Tinggi meliputi 10,43 juta hektare atau 56,02% dari luas wilayah Pulau Sulawesi, diantaranya ditemukan tersebar di seluruh provinsi, khususnya bagian tengah Pulau Sulawesi. Tabel 4.25 memperlihatkan luas masing-masing Variabel Pembatas yang ada di Pulau Sulawesi. Sementara lokasi gabungan dari seluruh Variabel Pembatas yang terdapat di Pulau Sulawesi dapat dilihat pada Gambar 4.30.

Tabel 4.25 Luas Variabel Pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022

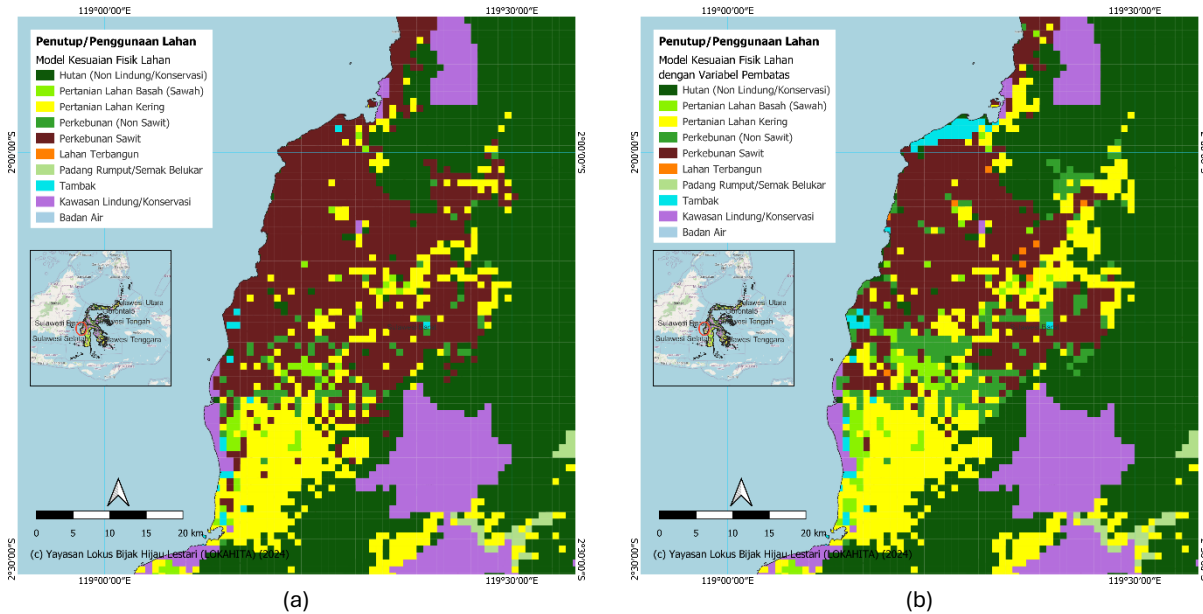
No	Variabel Pembatas	Luas (ha)	Luas terhadap Pulau Sulawesi (%)
1	Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) penyedia air berdasarkan <i>water district</i> (WD)	1.868.321,01	10,03%
2	Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	60.283,20	0,32%
3	Karst	1.529.170,75	8,21%
4	Mangrove	83.858,45	0,45%
5	Kawasan konservasi dan hutan lindung	6.136.717,02	32,95%
6	Penutup lahan hutan primer dan sekunder	9.185.488,35	49,32%
7	Mata Air	20.306,11	0,11%
8	Kelerengan di atas 30%	2.318.513,58	12,45%
9	Lahan Kritis	1.693.436,41	9,09%
10	Satwa dilindungi	14.022.576,80	75,29%
11	Masyarakat adat	20.415,40	0,11%
12	Key Biodiversity Areas (KBA)	4.657.088,55	25,01%
13	Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon)	10.433.048,90	56,02%
14	Lahan terbangun	2.331.559,92	12,52%

Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.30 Peta gabungan Variabel Pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Pada prinsipnya, wilayah dengan Variabel Pembatas tidak boleh diubah menjadi lahan Perkebunan Sawit. Jika hasil model kesesuaian fisik lahan merupakan Perkebunan Sawit namun berada pada wilayah dengan Variabel Pembatas, maka tidak dilakukan pengalokasian menjadi Perkebunan Sawit, sehingga alokasi lahannya akan kembali sebagai PPL eksisting. Gambar 4.31 memperlihatkan contoh alokasi lahan di Pulau Sulawesi yang dikembalikan sebagai PPL eksisting karena berada pada Variabel Pembatas.



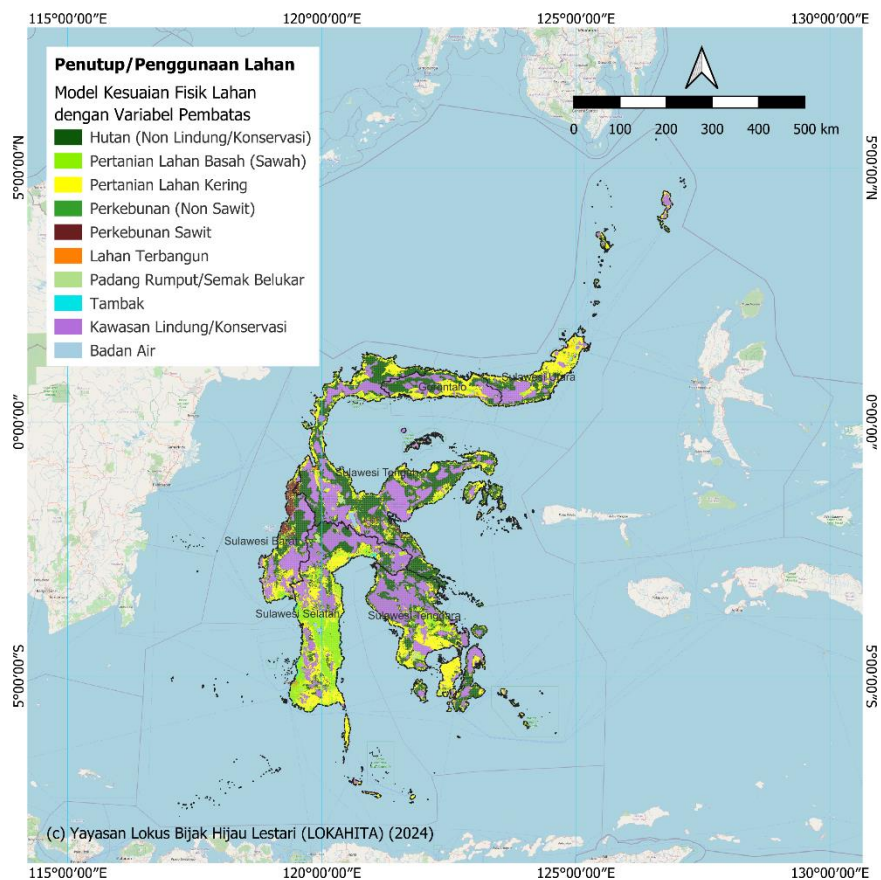
Gambar 4.31 Contoh alokasi lahan Perkebunan Sawit pada model kesesuaian fisik lahan (a) yang dikembalikan sebagai PPL eksisting karena berada pada Variabel Pembatas (b) di Pulau Sulawesi (Sumber: hasil analisis, 2024)

Adanya Variabel Pembatas menyebabkan berkurangnya alokasi lahan Perkebunan Sawit dari jenis PPL lain menjadi 9.699,76 ha. Alokasi tersebut berasal dari jenis PPL Pertanian Lahan Kering seluas 3.649,77 ha; Perkebunan Non Sawit seluas 2.670,83 ha; Tambak seluas 2.332,75 ha; Hutan (non lindung/konservasi) seluas 534,18 ha; dan Pertanian Lahan Basah seluas 512,22 ha. Alokasi luas setiap jenis PPL di Pulau Sulawesi berdasarkan model kesesuaian fisik lahan yang sudah mempertimbangkan Variabel Pembatas dapat dilihat pada Tabel 4.26 dengan persebarannya diperlihatkan oleh Gambar 4.32.

Tabel 4.26 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022

		Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)							
		Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
		1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Eksisting (ha)	1	4.683.942,92	44.579,80	645.427,11	1.623,21	534,18	1.190,52	8.663,84	4.936,66
	2	45.799,31	875.182,18	408.951,72	3.392,43	512,22	3.913,22	4.013,41	6.110,83
	3	805.424,64	218.814,36	3.164.753,30	4.795,66	3.649,77	2.904,54	9.041,91	7.808,31
	4	43.776,17	16.841,25	171.179,39	56.306,10	2.670,83	333,28	512,32	1.194,51
	5	59.956,40	14.917,96	156.361,96	2.364,09	237.518,42		1.109,23	1.592,96
	6	25.594,88	56.013,93	94.828,80	1.213,93		38.603,26	2.077,71	4.124,01
	7	61.045,56	7.077,00	101.486,27	286,39		370,67	73.143,98	
	8	8.079,11	42.785,78	57.258,41	2.034,26	2.332,75	576,16	341,21	86.659,08

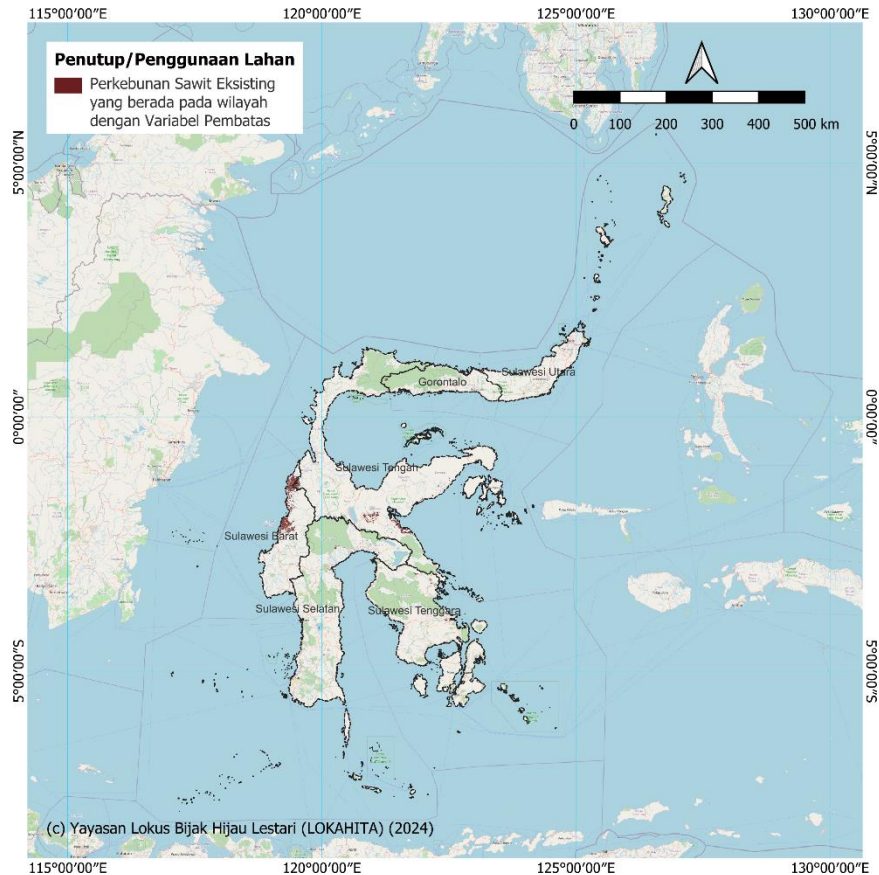
Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.32 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Pulau Sulawesi (Sumber: hasil analisis, 2024)

Berdasarkan hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas ini, ditemukan pula adanya lahan Perkebunan Sawit eksisting tahun 2022 seluas 201.708,05 ha yang berada pada wilayah dengan Variabel Pembatas (Gambar 4.33). Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa terdapat ancaman gangguan terhadap lingkungan hidup di lokasi tersebut karena adanya konversi lahan menjadi Perkebunan Sawit di Pulau Sulawesi. Pada lahan

tersebut, diperlukan mitigasi agar dalam pengembangannya, Perkebunan Sawit tidak menyebabkan kerusakan lingkungan bagi daerah sekitarnya serta pengawasan agar tidak terjadi perluasan Perkebunan Sawit ke wilayah dengan Variabel Pembatas.



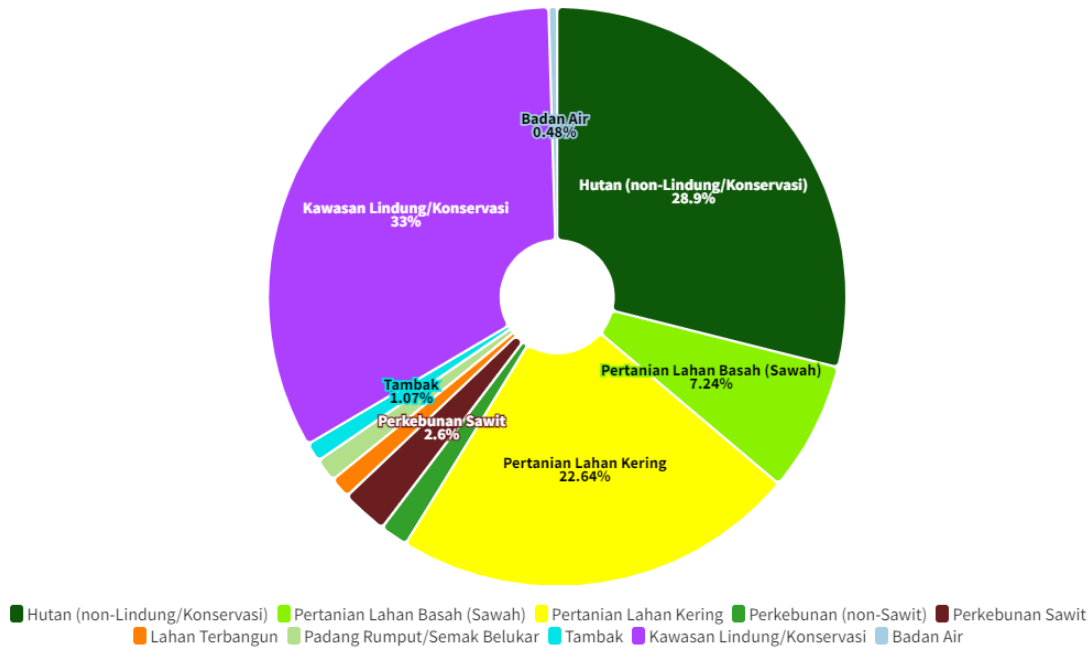
Gambar 4.33 Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Sulawesi (Sumber: hasil analisis, 2024)

c. Nilai Batas Atas Perkebunan Sawit di Pulau Sulawesi

Pada akhirnya, diperoleh nilai batas atas (cap) luas Perkebunan Sawit berdasarkan perspektif D3TLH di Pulau Sulawesi sebesar 483.520,78 ha atau 2,60% dari total luas wilayah Pulau Sulawesi.

Gambar 4.34 merupakan diagram proporsi PPL di Pulau Sulawesi hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas. Terdapat sekitar 2,60% luas wilayah yang optimal untuk dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit, dengan luas Perkebunan Sawit eksisting tahun 2022 adalah 2,54%, yaitu hampir mendekati luas optimal alokasi. Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sulawesi dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Luas Penutup/Penggunaan Lahan Hasil Pemodelan



Gambar 4.34 Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas di Pulau Sulawesi tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.27 Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Sulawesi

Jenis PPL	Alokasi	PPL 2022	Selisih	Alokasi	PPL 2022	Selisih
	(ha)			%		
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	5.382.234,39	5.390.898,23	8.663,84	28,90%	28,95%	0,05%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	1.347.875,34	1.347.875,34	-	7,24%	7,24%	0,00%
Pertanian Lahan Kering	4.217.010,10	4.217.192,50	182,39	22,64%	22,64%	0,00%
Perkebunan (non-Sawit)	292.301,54	292.813,86	512,32	1,57%	1,57%	0,00%
Perkebunan Sawit	483.520,78	473.821,01	(9.699,76)	2,60%	2,54%	-0,05%
Lahan Terbangun	222.456,51	222.456,51	-	1,19%	1,19%	0,00%
Padang Rumput/Semak Belukar	243.409,88	243.409,88	-	1,31%	1,31%	0,00%
Tambak	199.725,54	200.066,75	341,21	1,07%	1,07%	0,00%
Kawasan Lindung/Konservasi	6.146.292,90	6.146.292,90	-	33,00%	33,00%	0,00%
Badan Air	88.747,70	88.747,70	-	0,48%	0,48%	0,00%
PULAU SULAWESI	18.623.574,68	18.623.574,68	0,00	100,00%	100,00%	0,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

Penetapan batas atas (cap) luasan perkebunan sawit di Pulau Sulawesi sangat krusial, mengingat alokasi optimal lahan untuk perkebunan sawit hampir mendekati luas perkebunan sawit yang sudah ada. Setiap ekspansi baru harus didasarkan pada kajian daya dukung lingkungan, yang mempertimbangkan kapasitas ekosistem dalam mendukung perkebunan sawit tanpa merusak fungsi lingkungan. Di Pulau Sulawesi, hasil pemodelan menunjukkan bahwa lahan yang sesuai untuk alokasi Perkebunan Sawit umumnya adalah lahan Pertanian Lahan Kering dan Perkebunan Non Sawit, sehingga perlu kehati-hatian dalam mengalihkan fungsi lahan ini. Kebijakan zonasi lahan yang mempertimbangkan potensi lingkungan dan ekonomi sangat penting untuk memastikan bahwa perluasan perkebunan sawit tidak mengorbankan lahan-lahan yang memiliki nilai konservasi atau produktivitas tinggi untuk komoditas lain.

Peningkatan produktivitas lahan perkebunan sawit yang sudah ada melalui penerapan teknologi agrikultur berkelanjutan, seperti varietas unggul dan praktik budidaya yang efisien, seharusnya menjadi prioritas utama. Dengan demikian, peningkatan hasil sawit dapat dicapai tanpa perlu memperluas lahan secara signifikan, yang justru dapat menekan Pertanian Lahan Kering dan Perkebunan Non Sawit yang memiliki peran penting dalam keberlanjutan sistem pangan lokal. Selain itu, pembatasan ekspansi ke area sensitif seperti daerah jelajah satwa lindung, hutan primer dan kawasan ekosistem esensial harus ditegakkan secara tegas, mengingat pentingnya wilayah tersebut untuk melindungi keanekaragaman hayati, menjaga keseimbangan ekosistem, dan memitigasi dampak perubahan iklim serta risiko bencana alam di Sulawesi.

4.2.6 Kepulauan Maluku

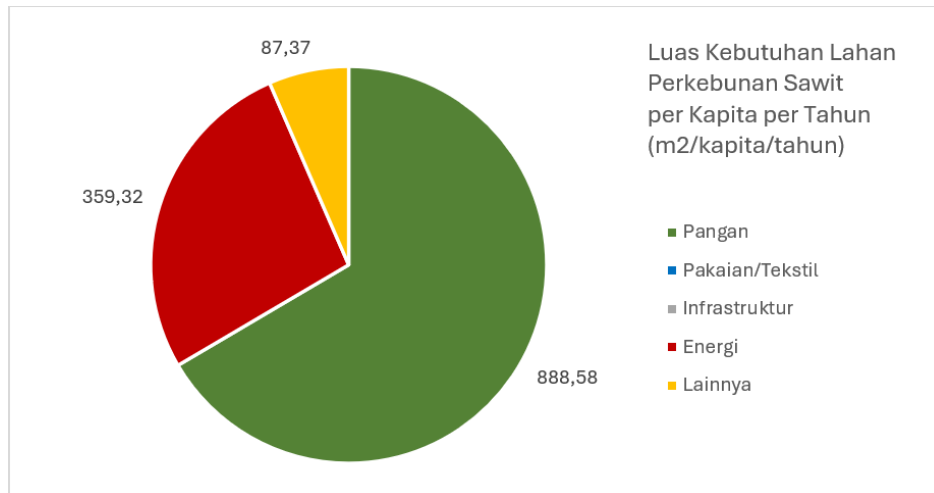
a. Kebutuhan Penutup/Penggunaan Lahan

Berdasarkan skenario penyediaan kebutuhan lahan per kapita per tahun di Kepulauan Maluku, didapatkan bahwa kebutuhan lahan perkebunan sawit di Kep. Maluku untuk adalah seluas 429.094 Ha seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.28. Kebutuhan lahan ini adalah untuk memenuhi kebutuhan penduduk di Kepulauan Maluku tahun 2022 sebesar 3.213.540 jiwa. Lebih rinci lagi, kebutuhan lahan perkebunan sawit tersebut 66,55% atau 888,58 m² merupakan kebutuhan lahan Perkebunan Sawit untuk pangan; 26,91% atau 359,32 m² untuk energi; dan 6,54% atau 87,37 m² untuk kebutuhan sawit lainnya, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.35. Untuk mengatasi kondisi defisit tersebut, dibutuhkan lokasi lahan lain yang sesuai untuk dialokasikan sebagai lahan perkebunan sawit.

Tabel 4.28 Luas kebutuhan dan luas PPL eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022

	Jenis Penutup/Penggunaan Lahan							
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
Kebutuhan lahan (ha)	1.006.180,05	22.618,36	276.804,62	25.056,76	429.094,49	4.498,96	2.205,93	1.167,82
Luas PPL Eksisting (ha)	4.361.100,89	29.947,33	1.290.136,53	23.540,87	24.928,89	50.784,51	134.601,79	732,00
Surplus/Defisit?	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	Defisit	Surplus	Surplus	Defisit

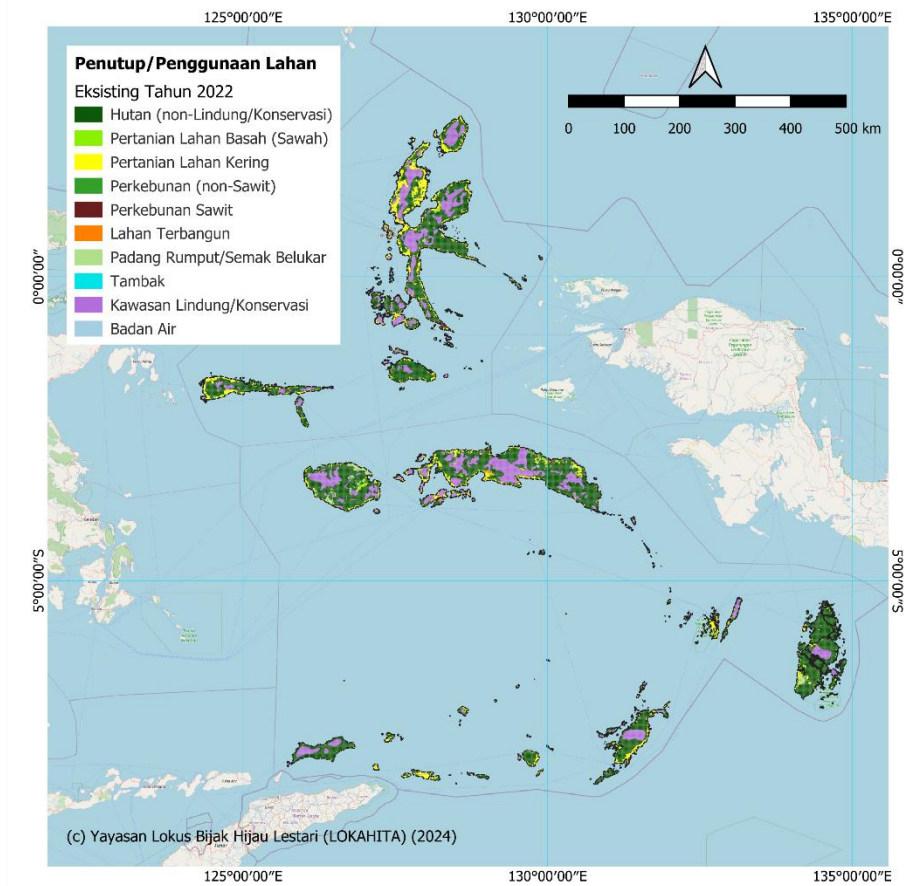
Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.35 Luas kebutuhan lahan Perkebunan Sawit per kapita per tahun di Kepulauan Maluku tahun 2022 berdasarkan kategori kebutuhan (Sumber: hasil analisis, 2024)

Model alokasi lokasi untuk perkebunan sawit menggunakan data penutup/penggunaan lahan (PPL) eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.36. Dari 7.757.324,10 Ha total luas wilayah Kepulauan Maluku, PPL eksisting pada tahun 2022 didominasi 56,22% atau 4.361.100,89 hektar merupakan PPL Hutan (non-Lindung/Konservasi), 23,64 % atau 1.833.934,14 hektar adalah PPL Hutan konservasi, serta 16,63% atau 1.290.136,53 hektar adalah PPL Pertanian lahan kering. Selengkapnya mengenai luas dan proporsi PPL eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.29. Adapun PPL Perkebunan Sawit eksisting di Kepulauan Maluku adalah sebesar 24.928,89 hektar. Luas perkebunan Sawit eksisting tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil analisis kebutuhan lahan perkebunan sawit di atas, yaitu seluas

25.056,76 Ha. Untuk mengatasi defisit kebutuhan lahan perkebunan sawit ini, dilakukan analisis alokasi lokasi dari PPL lain berdasarkan kesesuaian lahan fisik dan perhitungan DDLH.



Gambar 4.36 Peta penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.29 Luas jenis penutup/penggunaan lahan eksisting di Kepulauan Maluku tahun 2022

Jenis PPL	Luas (ha)	Luas (%)
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	4.361.100,89	56,22%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	29.947,33	0,39%
Pertanian Lahan Kering	1.290.136,53	16,63%
Perkebunan (non-Sawit)	23.540,87	0,30%
Perkebunan Sawit	24.928,89	0,32%
Lahan Terbangun	50.784,51	0,65%
Padang Rumput/Semak Belukar	134.601,79	1,74%
Tambak	732,00	0,01%
Kawasan Lindung/Konservasi	1.833.934,14	23,64%
Badan Air	7.617,15	0,10%
KEPULAUAN MALUKU	7.757.324,10	100,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

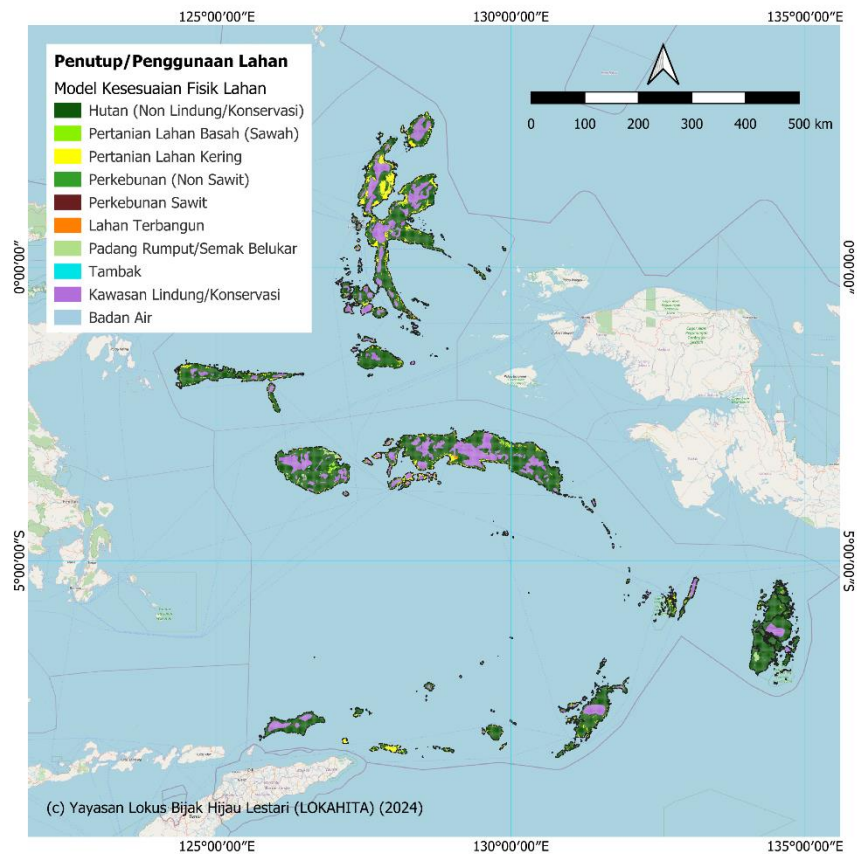
b. Kesesuaian Fisik Lahan dan Variabel Pembatas

Untuk mencari alokasi lokasi yang tepat untuk perkebunan sawit di Kepulauan Maluku, dilakukan terlebih dahulu analisis kesesuaian fisik lahan. Analisis kesesuaian fisik lahan ini menggunakan data PPL eksisting dan data 12 parameter fisik di Kepulauan Maluku. Berdasarkan pemodelan kesesuaian fisik lahan, terdapat seluas 3.013 Ha lahan lain yang bisa dialokasikan sebagai perkebunan sawit. Alokasi ini paling banyak berasal dari PPL Hutan (non-Lindung/Konservasi) eksisting seluas 856 Ha dan PPL Padang Rumput/Semak Belukar eksisting seluas 703 Ha. Selengkapnya mengenai hasil model kesesuaian fisik lahan di Kepulauan Maluku dapat dilihat pada Tabel 4.30 dan Gambar 4.37.

Tabel 4.30 Luas kesesuaian fisik lahan di Kepulauan Maluku

		Luas Kesesuaian Fisik Lahan (ha)							
		Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
		1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Eksisting (ha)	1	4,180,330.44	1,621.65	171,787.62	1,390.85	856.37	762.83	4,351.13	
	2	4,695.78	16,305.30	6,896.94	597.55	256.09	939.55	256.13	
	3	611,093.21	2,133.40	670,802.92	1,258.62	425.89	2,889.04	1,533.46	
	4	10,718.22	1,024.38	4,797.62	6,232.21	597.56	170.87		
	5	12,714.77	853.65	2,135.38	597.59	8,627.48			
	6	11,858.36	2,646.54	19,283.27	85.37	170.73	16,288.01	452.22	
	7	71,756.58	597.42	11,854.52	426.80	706.68	703.74	48,556.04	
	8	85.34		305.16					341.50

Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.37 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan Kepulauan Maluku
(Sumber: hasil analisis, 2024)

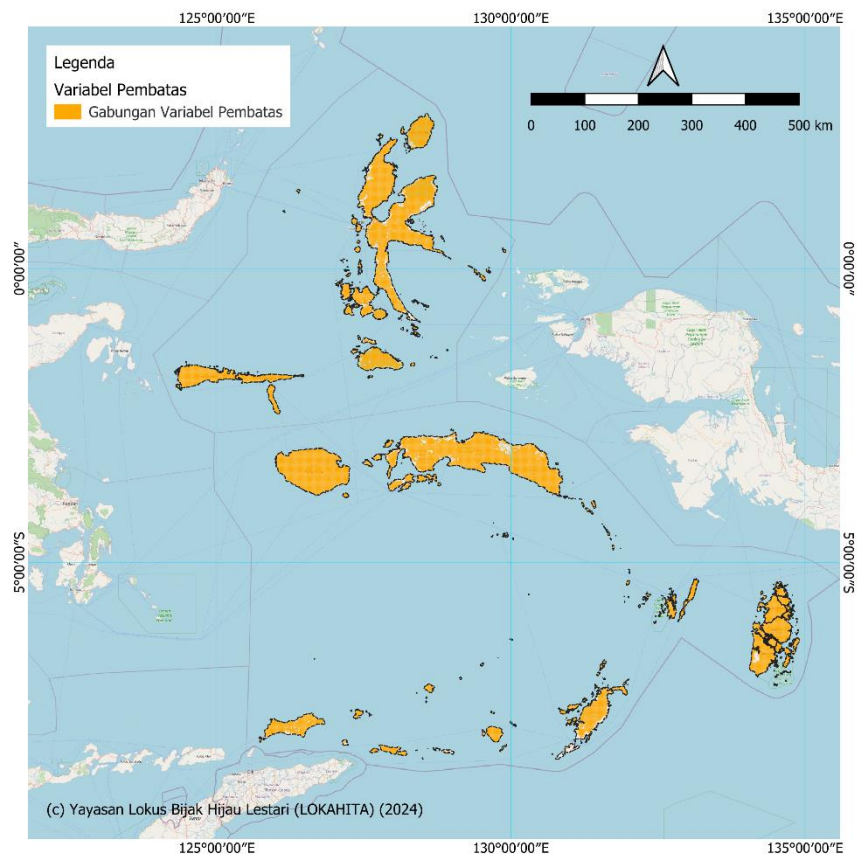
Model kesesuaian fisik lahan di atas kemudian disempurnakan dengan memperhitungkan Variabel Pembatas untuk memastikan bahwa alokasi perkebunan sawit tidak berada di ekosistem penting yang harus dilindungi. Dari 14 Variabel Pembatas, ditemukan terdapat 12 Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku, dengan Variabel Pembatas terluas adalah Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon) dan penutup lahan hutan primer dan sekunder yang secara berurutan mencakup 70% dan 66% luas Kepulauan Maluku. Sebaran gabungan dari seluruh Variabel Pembatas yang terdapat di Kepulauan Maluku mencakup 97% dari luas total Kepulauan Maluku seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.31 dan Gambar 4.38. Variabel Pembatas tersebut kemudian di-*overlay* dengan hasil model kesesuaian fisik (Gambar 4.39). Jika hasil kesesuaian fisik lahan merupakan perkebunan sawit dan berada di Variabel Pembatas, maka tidak dilakukan pengalokasian atau alokasi sesuai PPL eksisting. Artinya, akan terdapat pengurangan alokasi perkebunan sawit jika terdapat pada Variabel Pembatas dan PPL eksisting bukan perkebunan sawit. Selain itu akan terdapat perkebunan sawit eksisting dan hasil model kesesuaian lahan juga perkebunan sawit, namun karena berada di Variabel

pembatas maka area tersebut tetap menjadi perkebunan sawit namun tidak dapat dikembangkan lagi

Tabel 4.31 Luas Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku tahun 2022

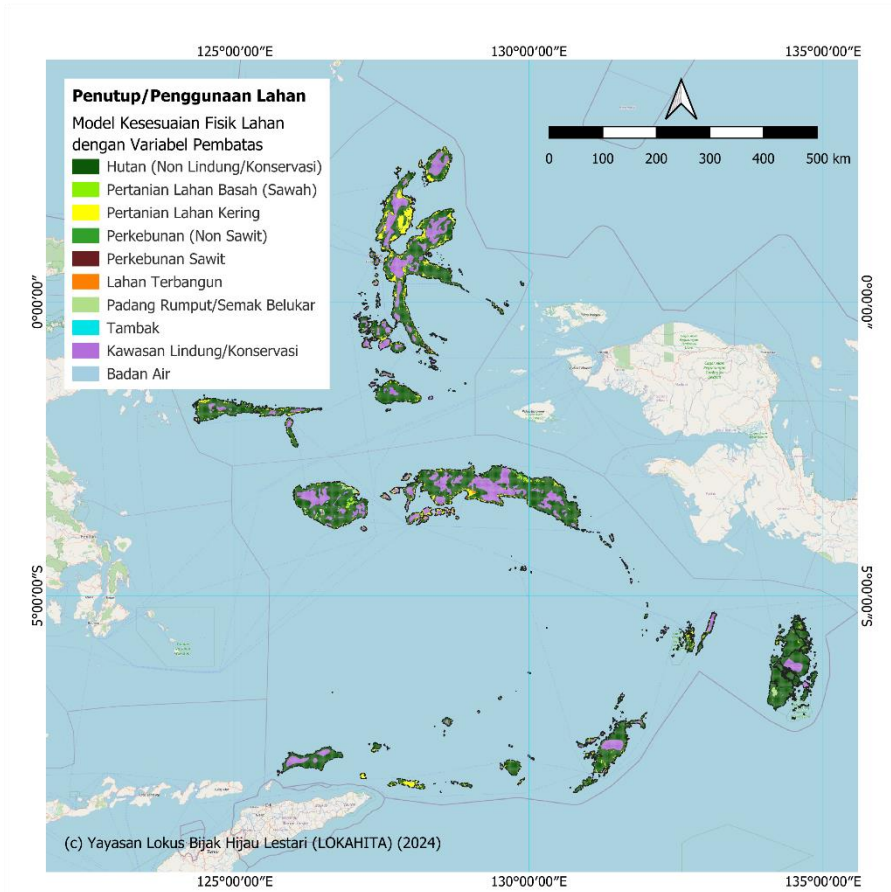
No	Variabel Pembatas	Luas (ha)	Luas terhadap Kepulauan Maluku (%)
1	Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) penyedia air berdasarkan <i>water district</i> (WD)	-	0,00%
2	Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	-	0,00%
3	Karst	1.157.694,28	14,92%
4	Mangrove	52.900,41	0,68%
5	Kawasan konservasi dan hutan lindung	1.818.432,76	23,44%
6	Penutup lahan hutan primer dan sekunder	5.122.244,81	66,03%
7	Mata Air	14.550,23	0,19%
8	Kelerengan di atas 30%	1.006.272,88	12,97%
9	Lahan Kritis	605.346,78	7,80%
10	Satwa dilindungi	1.523.064,55	19,63%
11	Masyarakat adat	641.286,56	8,27%
12	Key Biodiversity Areas (KBA)	2.269.796,89	29,26%
13	Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon)	5.467.343,31	70,48%
14	Lahan terbangun	45.798,60	0,59%

Sumber: hasil analisis, 2024

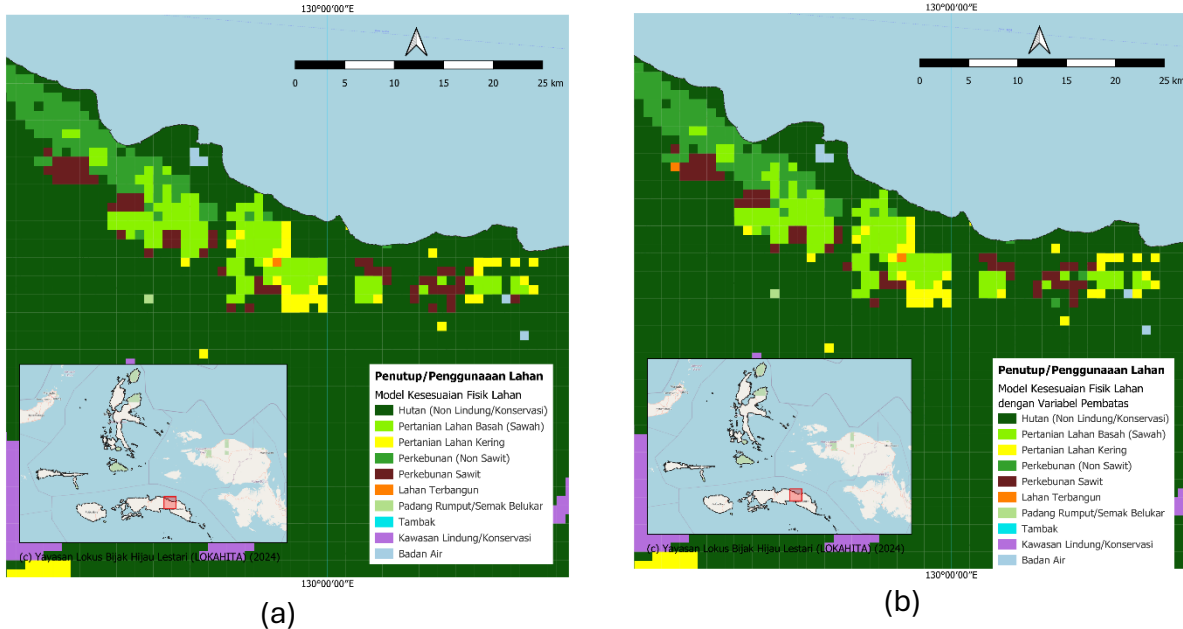


Gambar 4.38 Peta gabungan Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Di Kepulauan Maluku, Variabel Pembatas yang membatasi alokasi lahan untuk perkebunan sawit di antaranya ditemukan pada area yang memiliki Jasa Lingkungan Hidup Tinggi, lahan kritis, atau lahan terbangun, terutama yang berada di Kab. Halmahera Selatan (Provinsi Maluku Utara), serta P. Buru dan P. Seram (Provinsi Maluku). Pada variabel pembatas tersebut tidak boleh diubah menjadi lahan perkebunan sawit seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.39. Terdapat lahan perkebunan sawit eksisting seluas 11.261 Ha yang termasuk dalam variabel pembatas, sehingga pada lahan tersebut sudah tidak bisa dikembangkan lagi. Dengan adanya variabel pembatas menyebabkan alokasi lahan perkebunan sawit dari lahan lain berkurang menjadi 682,9 Ha. Alokasi tersebut berasal dari PPL Hutan (non-Lindung/Konservasi) eksisting seluas 426 Ha, PPL Padang Rumput/Semak Belukar eksisting seluas 170 Ha, dan PPL Pertanian Lahan Kering eksisting seluas 85 Ha. Selengkapnya mengenai hasil model kesesuaian fisik lahan di Kepulauan Maluku dapat dilihat pada Tabel 4.32. Pada Gambar 4.40 dapat dilihat contoh perbandingan antara hasil model alokasi lokasi PPL sebelum dan sesudah diterapkan Variabel Pembatas.



Gambar 4.39 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas Kepulauan Maluku (Sumber: hasil analisis, 2024)



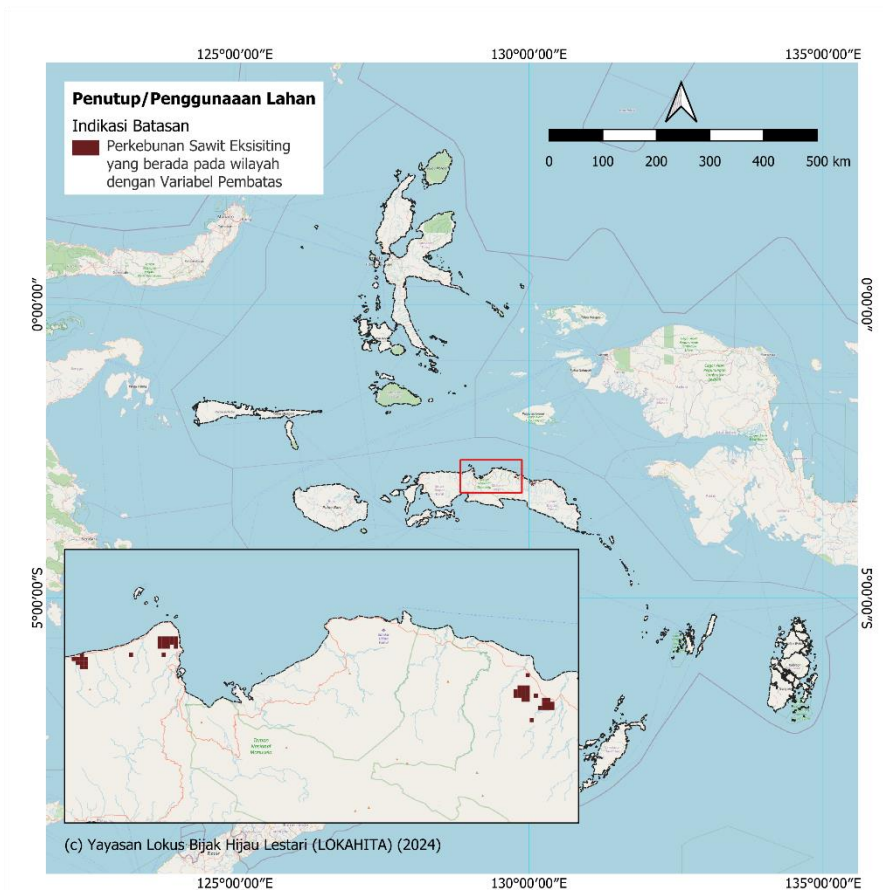
Gambar 4.40 Contoh lokasi alokasi PPL (a) sebelum diterapkan Variabel Pembatas dan (b) setelah diterapkan Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.32 Luas kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan variabel pembatas

Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan Mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)									
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumpun/Semak	Tambak	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Luas PPL Eksisting (ha)	1	4,180,760.00	1,621.65	171,787.62	1,390.85	426.81	762.83	4,351.13	
	2	4,695.78	16,561.39	6,896.94	597.55		939.55	256.13	
	3	611,093.21	2,133.40	671,143.44	1,258.62	85.37	2,889.04	1,533.46	
	4	10,718.22	1,024.38	4,797.62	6,829.77		170.87		
	5	12,714.77	853.65	2,135.38	597.59	8,627.48			
	6	11,858.36	2,646.54	19,283.27	85.37		16,458.75	452.22	
	7	71,756.58	597.42	11,854.52	426.80	170.73	703.74	49,091.99	
	8	85.34		305.16					341.50

Sumber: hasil analisis, 2024

Terdapat sekitar 11.261 Ha lahan eksisting Perkebunan Sawit tahun 2022 yang berada dalam Variabel Pembatas pada model kesesuaian fisik lahan di Kepulauan Maluku (Gambar 4.41). Pada area ini berarti terdapat ancaman gangguan terhadap lingkungan hidup di lokasi tersebut karena telah terjadi konversi lahan menjadi Perkebunan Sawit. Pada lahan yang telah berubah menjadi Perkebunan Sawit tersebut, perlu dilakukan upaya pengawasan dan pencegahan agar tidak terjadi perkembangan dan perluasan Perkebunan Sawit lebih lanjut ke wilayah dengan Variabel Pembatas sehingga tidak terjadi kerusakan lingkungan.

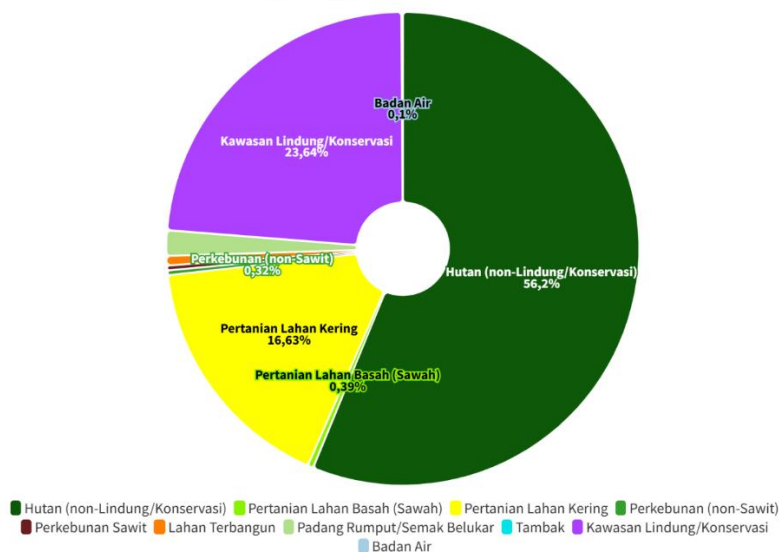


Gambar 4.41 Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting Kepulauan Maluku (Sumber: hasil analisis, 2024)

c. Nilai Batas Atas Perkebunan Sawit di Kepulauan Maluku

Nilai batas atas (cap) tutupan perkebunan sawit berdasarkan perspektif Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (D3TLH) adalah sebesar 25.611,79 Ha atau 0,33% dari total luas lahan di Kepulauan Maluku. Diagram proporsi PPL di Kepulauan Maluku yang mempertimbangkan kesesuaian fisik lahan dan Variabel Pembatas dapat dilihat pada Gambar 4.42, sementara luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Kepulauan Maluku dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Luas Penutup/Penggunaan Lahan Hasil Pemodelan



Gambar 4.42 Proorsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Kepulauan Maluku
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.33 Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Kepulauan Maluku

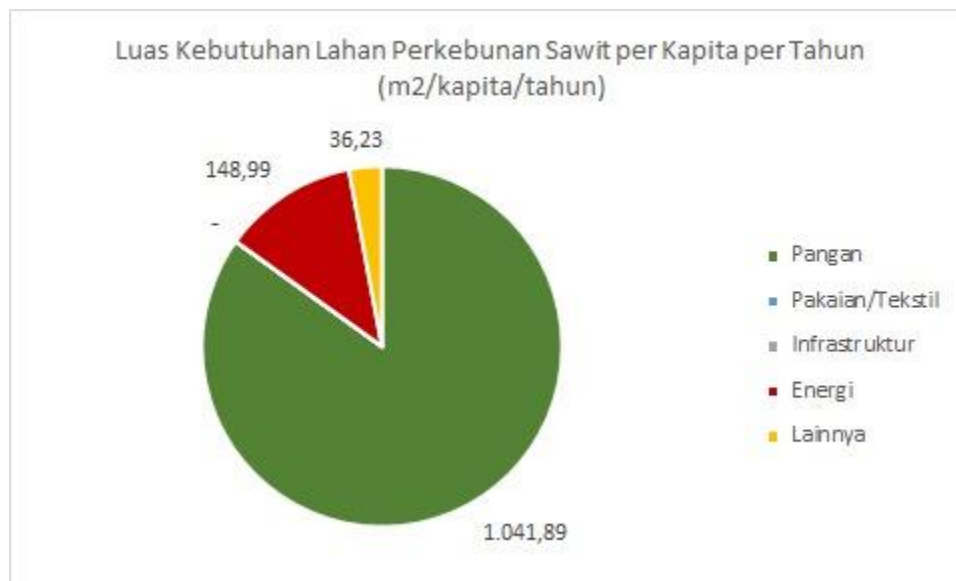
Jenis PPL	Alokasi	PPL 2022	Selisih	Alokasi	PPL 2022	Selisih
	(ha)			%		
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	4.359.499,62	4.361.100,89	1.601,27	56,20%	56,22%	0,02%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	29.947,33	29.947,33	(0,00)	0,39%	0,39%	0,00%
Pertanian Lahan Kering	1.290.136,53	1.290.136,53	-	16,63%	16,63%	0,00%
Perkebunan (non-Sawit)	25.056,76	23.540,87	(1.515,89)	0,32%	0,30%	-0,02%
Perkebunan Sawit	25.611,79	24.928,89	(682,90)	0,33%	0,32%	-0,01%
Lahan Terbangun	50.784,51	50.784,51	-	0,65%	0,65%	0,00%
Padang Rumput/Semak Belukar	134.004,26	134.601,79	597,52	1,73%	1,74%	0,01%
Tambak	732,00	732,00	0,00	0,01%	0,01%	0,00%
Kawasan Lindung/Konservasi	1.833.934,14	1.833.934,14	-	23,64%	23,64%	0,00%
Badan Air	7.617,15	7.617,15	-	0,10%	0,10%	0,00%
KEPULAUAN MALUKU	7.757.324,10	7.757.324,10	0,00	100,00%	100,00%	0,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

4.2.7 Pulau Papua

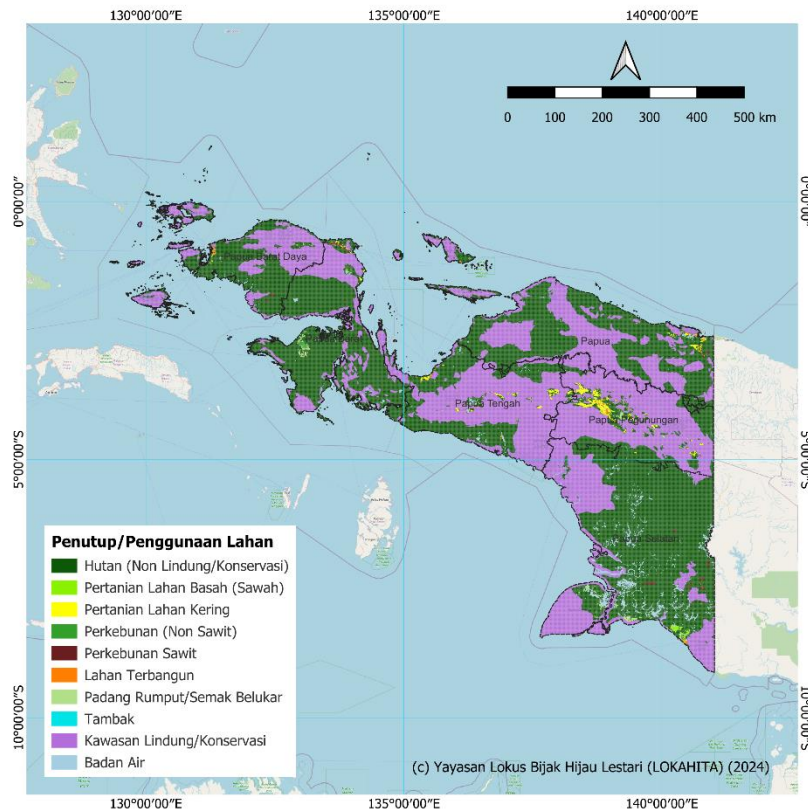
a. Kebutuhan Penutup/Penggunaan Lahan

Kebutuhan lahan perkebunan sawit di Pulau Papua adalah seluas 1.227,10 m² per kapita per tahun berdasarkan skenario penyediaan kebutuhan total untuk pangan, pakaian/tekstil, infrastruktur dan kayu, energi, dan konsumsi sawit lainnya. 84,91% kebutuhan lahan Perkebunan Sawit digunakan untuk pangan (1.041,89 m²), sementara sisanya digunakan untuk energi (12,14% atau 148,99 m²), dan untuk lainnya sebesar 2,95% (36,23 m²). Proporsi kebutuhan lahan perkebunan sawit per kapita di Pulau Papua dapat dilihat pada Gambar 4.43. Secara umum, total kebutuhan lahan Perkebunan Sawit di Pulau Papua adalah 685.846,17 ha untuk mendukung kehidupan penduduk Pulau Papua sejumlah 5.589.160 jiwa.



Gambar 4.43 Luas kebutuhan lahan perkebunan sawit per kapita per tahun di Pulau Papua (Sumber: hasil analisis, 2024)

Sementara itu, berdasarkan kondisi Penutup dan Penggunaan Lahan (PPL) eksisting tahun 2022 di Pulau Papua (41.227.278,78 ha), luas Perkebunan Sawit adalah sebesar 0,71% dari luas Papua atau 290.659,14 ha. Terdapat PPL lainnya yang mendominasi di Pulau Papua meliputi Hutan (non-Lindung/Konservasi) sebesar 50,57% dari luas Pulau Papua atau sebesar 20.848.719,86 ha dan Kawasan Lindung/Konservasi sebesar 43,65% dari luas Pulau Papua atau sebesar 17.997.456,14 ha. Sebaran jenis setiap penutup/penggunaan lahan (PPL) eksisting tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.44 dan Tabel 4.34.



Gambar 4.44 Peta sebaran PPL eksisting di Pulau Papua Tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.34 Luas jenis PPL eksisting di Pulau Papua Tahun 2022

Jenis PL	Luas (ha)	Luas (%)
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	20.848.719,86	50,57%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	57.308,33	0,14%
Pertanian Lahan Kering	596.486,39	1,45%
Perkebunan (non-Sawit)	41.509,62	0,10%
Perkebunan Sawit	290.659,14	0,71%
Lahan Terbangun	141.176,00	0,34%
Padang Rumput/Semak Belukar	494.763,88	1,20%
Tambak	767,69	0,00%
Kawasan Lindung/Konservasi	17.997.456,14	43,65%
Badan Air	758.431,73	1,84%
PULAU PAPUA	41.227.278,78	100,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

Luas lahan Perkebunan Sawit eksisting di Pulau Papua (290.659,14 ha) tersebut belum dapat memenuhi kebutuhannya (685.846,17 ha) atau dikatakan defisit apabila didasarkan pada perspektif D3TLH. Maka dari itu, diperlukan tambahan lahan dari jenis PPL lain untuk dialokasikan sebagai Perkebunan Sawit di Pulau Papua mengingat kondisi luas

lahan Perkebunan Sawit yang defisit (kebutuhan lahan perkebunan sawit lebih tinggi dari luas lahan eksistingnya). Perbandingan luas kebutuhan dan PPL eksisting tahun 2022 di Pulau Papua lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Luas kebutuhan dan PPL eksisting di Pulau Papua tahun 2022

	Jenis Penutup/Penggunaan Lahan							
	Hutan (non-Lindung/Konservasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
Kebutuhan lahan (ha)	1.006.180,05	32.290,40	710.656,13	16.910,24	685.846,17	7.824,82	1.006.180,05	32.290,40
Luas PPL Eksisting (ha)	20.848.719,86	57.308,33	596.486,39	41.509,62	290.659,14	141.176,00	20.848.719,86	57.308,33
Status	Surplus	Surplus	Defisit	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Defisit

Sumber: hasil analisis, 2024

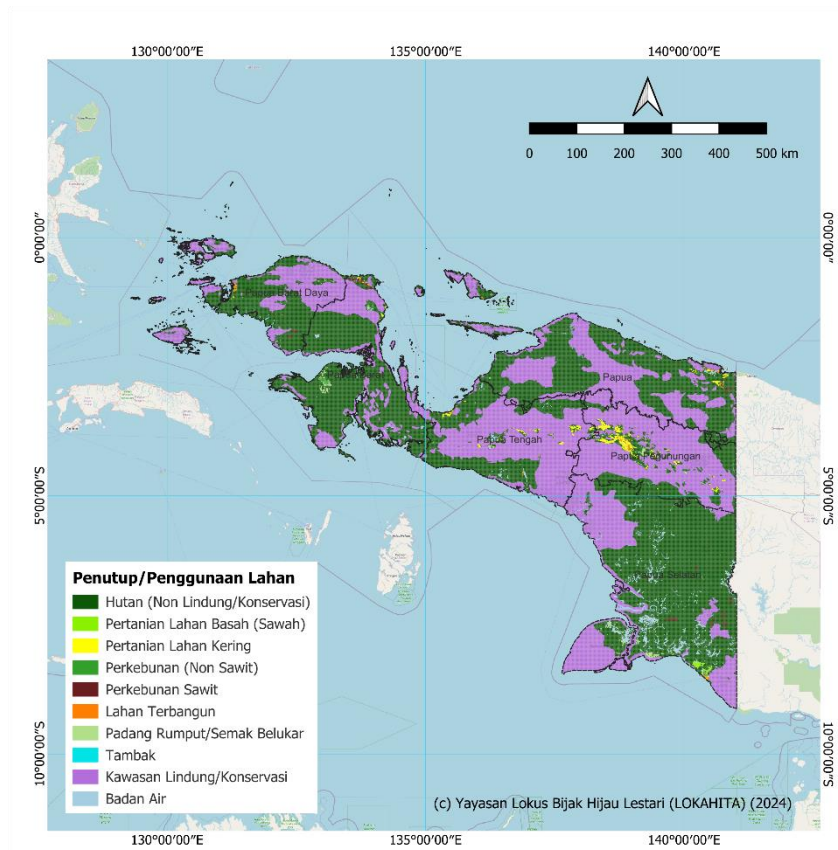
b. Kesesuaian Fisik Lahan dan Variabel Pembatas

Terdapat lahan seluas 29.213,43 ha yang dapat dialokasikan sebagai perkebunan sawit berdasarkan pemodelan kesesuaian fisik lahan. PPL yang dapat dialokasikan menjadi perkebunan sawit tersebut didominasi oleh Hutan (non-Lindung/Konservasi) sebesar 13.783,50 ha (47,18%), Pertanian Lahan Kering sebesar 7.086,11 ha (24,26%), serta Lahan Terbangun sebesar 4.843,25 ha (4,09%). Hasil model kesesuaian fisik lahan di Pulau Papua lebih detail dapat dilihat pada Tabel 4.36 dan Gambar 4.44.

Tabel 4.36 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasarkan model kesesuaian fisik lahan di Pulau Papua tahun 2022

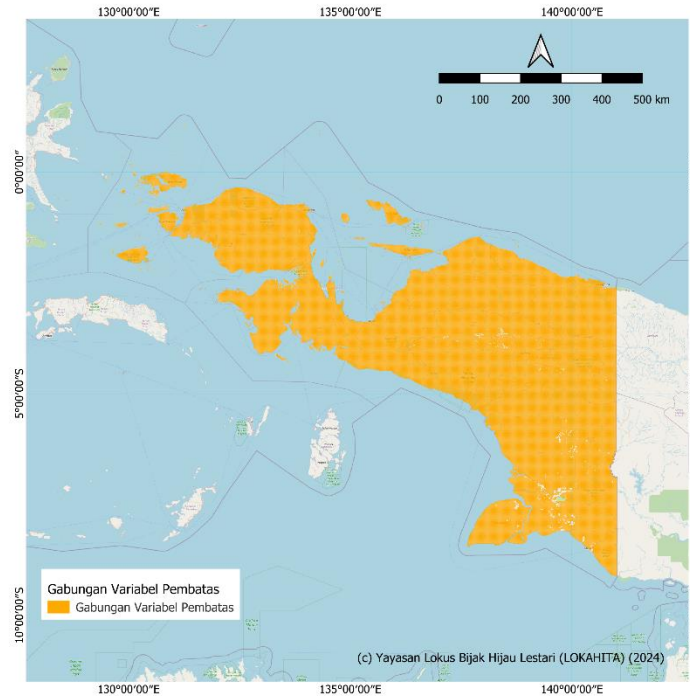
	Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)							
	Hutan (non-Lindung/Konser-vasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
	1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Eksisting (ha)	1	20.784.029,09	5.331,84	25.247,71	682,96	13.783,50	2.907,62	16.737,14
	2	22.376,42	26.497,07	3.666,73		1.196,51	3.148,51	423,09
	3	355.261,10	4.005,90	223.323,16		7.086,11	5.284,11	1.526,02
	4	19.308,89		427,16	17.418,77	1.024,90	85,38	3.244,52
	5	195.723,18		3.160,04	341,49	89.129,01	427,22	1.878,20
	6	71.452,27	6.529,39	23.631,83	85,38	4.843,25	33.780,89	852,99
	7	384.267,35	2.081,32	4.264,84	2.134,54	1.193,78	1.519,96	99.302,09
	8	85,39		512,35		85,39	84,56	

Sumber: hasil analisis, 2024



Gambar 4.45 Peta kesesuaian fisik lahan di Pulau Papua
(Sumber: (hasil analisis, 2024))

Walaupun terdapat luasan lahan yang dapat diubah menjadi perkebunan sawit berdasarkan kesesuaian fisik lahan, namun perubahan tersebut juga perlu memperhatikan ekosistem penting agar tidak terjadi penurunan fungsi lingkungan hidup pada daerah tersebut. Maka dari itu, model kesesuaian fisik lahan disempurnakan kembali dengan memperhitungkan Variabel Pembatas (VP) untuk memastikan bahwa alokasi perkebunan sawit tidak berada pada ekosistem penting yang harus dilindungi. Sebaran Variabel Pembatas di Pulau Papua lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 4.46, sementara peta sebaran setiap Variabel Pembatas dapat dilihat pada Lampiran.



Gambar 4.46 Peta gabungan sebaran variabel pembatas di Pulau Papua tahun 2022
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Terdapat 12 Variabel Pembatas ditemukan terdapat di Pulau Papua, dengan 38.778.142, 20 ha (94,06% dari luas Pulau Papua) berupa JLH Tinggi, 34.514.185,02 ha (83,72% dari luas Pulau Papua) berupa penutup lahan hutan primer dan sekunder, dan 23.833.166,00 ha (57,81% dari luas Pulau Papua) berupa *home range* satwa dilindungi yang meliputi lebih dari setengah luas wilayah Pulau Papua. Secara umum, terdapat gabungan luasan Variabel Pembatas seluas 40.911.387,39 ha. Tabel 4.37 memperlihatkan luas masing-masing Variabel Pembatas yang ada di Pulau Papua.

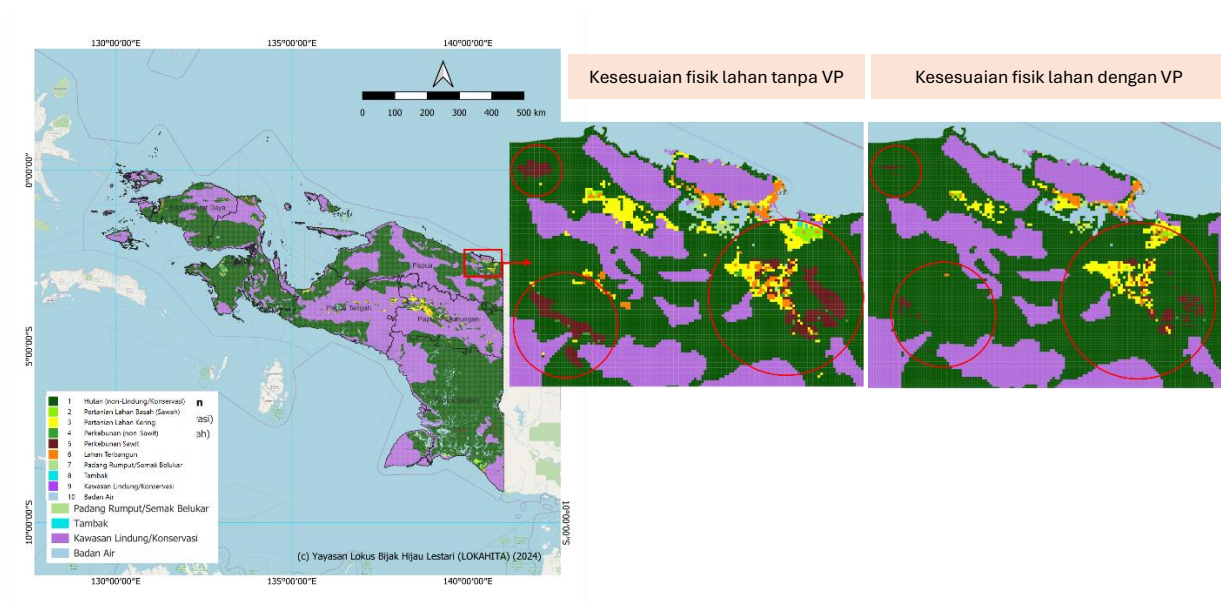
Tabel 4.37 Luas Variabel Pembatas di Pulau Papua tahun 2022

No	Variabel Pembatas	Luas (ha)	Luas terhadap Pulau Papua (%)
1	Daya dukung lingkungan hidup (DDLH) penyedia air berdasarkan <i>water district</i> (WD)	-	0,00%
2	Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	6.584.127,42	15,97%
3	Karst	4.773.694,63	11,58%
4	Mangrove	1.644.379,05	3,99%
5	Kawasan konservasi dan hutan lindung	18.203.730,05	44,15%
6	Penutup lahan hutan primer dan sekunder	34.514.185,02	83,72%
7	Mata Air	-	0,00%
8	Kelerengan di atas 30%	1.514.719,21	3,67%

No	Variabel Pembatas	Luas (ha)	Luas terhadap Pulau Papua (%)
9	Lahan Kritis	851.063,11	2,06%
10	Satwa dilindungi	23.833.166,00	57,81%
11	Masyarakat adat	11.716.514,22	28,42%
12	Key Biodiversity Areas (KBA)	3.770.329,89	9,15%
13	Jasa lingkungan hidup (JLH) tinggi (pengaturan air, pendukung habitat & kehati, pengaturan karbon)	38.778.142,20	94,06%
14	Lahan terbangun	129.476,66	0,31%

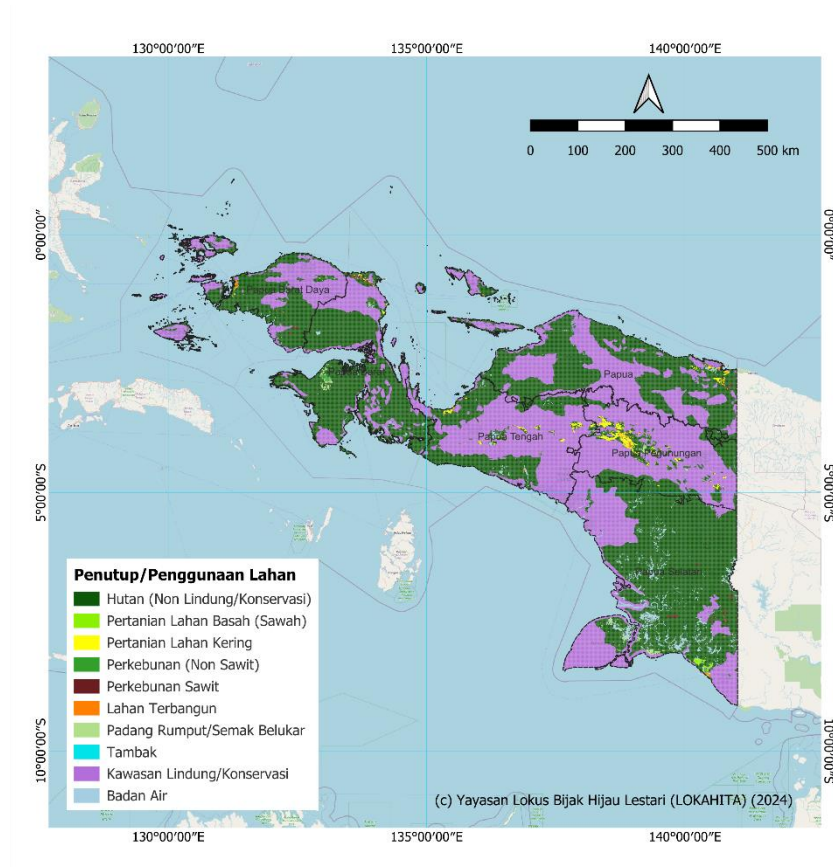
Sumber: hasil analisis, 2024

Wilayah dengan Variabel Pembatas secara umum tidak boleh diubah menjadi lahan Perkebunan Sawit untuk menjaga kelangsungan fungsi ekosistem. Apabila hasil kesesuaian fisik lahan adalah perkebunan sawit namun berada di area dengan Variabel Pembatas, maka alokasi menjadi perkebunan sawit tidak dapat dilakukan sehingga alokasi tetap sesuai dengan PPL eksisting dan tidak ada penambahan perkebunan sawit. Namun, apabila pada PPL eksisting telah terdapat perkebunan sawit dan hasil kesesuaian lahan juga menunjukkan perkebunan sawit namun berada di area dengan Variabel Pembatas, maka area tersebut tetap menjadi perkebunan sawit dengan perkebunan sawit tersebut tidak dapat dikembangkan lagi. Pada Gambar 4.47 dapat dilihat contoh alokasi lahan di Pulau Papua yang dikembalikan menjadi PPL eksisting karena berada pada Variabel Pembatas.



Gambar 4.47 Contoh lokasi alokasi yang dikembalikan ke PPL eksisting karena berada pada area dengan Variabel Pembatas di Pulau Papua.
(Sumber: hasil analisis, 2024)

Penambahan Variabel Pembatas pada analisis menyebabkan alokasi lahan Perkebunan Sawit dari jenis PPL lain berkurang menjadi 177.89 ha. PPL yang dapat dialokasikan menjadi sawit tersebut meliputi Hutan (non-Lindung/Konservasi) sebesar 92,0 ha (52,11%) dan Padang Rumput/Semak Belukar sebesar 85,19 ha (47,89%). Pada Gambar 4.48 dan Tabel 4.38, dapat dilihat peta sebaran dan alokasi luas setiap jenis PPL di Pulau Papua berdasarkan model kesesuaian fisik lahan yang sudah mempertimbangkan Variabel Pembatas.



Gambar 4.48 Peta hasil model kesesuaian fisik lahan di Pulau Papua dengan menggunakan Variabel Pembatas (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.38 Alokasi luas setiap jenis PPL berdasar model kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Papua tahun 2022

		Luas Kesesuaian Fisik Lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas (ha)							
		Hutan (non-Lindung/Konser-vasi)	Pertanian Lahan Basah (Sawah)	Pertanian Lahan Kering	Perkebunan (non-Sawit)	Perkebunan Sawit	Lahan Terbangun	Padang Rumput/Semak Belukar	Tambak
		1	2	3	4	5	6	7	8
Luas PPL Eksisting (ha)	1	20.797.719,89	5.331,84	25.247,71	682,96	92,70	2.907,62	16.737,14	
	2	22.376,42	27.693,58	3.666,73			3.148,51	423,09	
	3	355.261,10	4.005,90	230.409,27			5.284,11	1.526,02	
	4	19.308,89		427,16	18.443,67		85,38	3.244,52	
	5	195.723,18		3.160,04	341,49	89.129,01	427,22	1.878,20	
	6	71.452,27	6.529,39	23.631,83	85,38		38.624,14	852,99	
	7	384.267,35	2.081,32	4.264,84	2.134,54	85,19	1.519,96	100.410,67	
	8	85,39		512,35			84,56		85,39

Sumber: hasil analisis, 2024

Berdasarkan hasil analisis model kesesuaian fisik lahan dengan Variabel Pembatas sebelumnya, terdapat Perkebunan Sawit eksisting tahun 2022 yang sudah ada berada pada wilayah dengan Variabel Pembatas seluas 75.308,04 ha (Gambar 4.49). Pada area ini berarti terdapat ancaman gangguan terhadap lingkungan hidup di lokasi tersebut karena telah terjadi konversi lahan menjadi Perkebunan Sawit. Pada lahan yang telah berubah menjadi Perkebunan Sawit tersebut, perlu dilakukan upaya pengawasan dan pencegahan agar tidak terjadi perkembangan dan perluasan Perkebunan Sawit lebih lanjut ke wilayah dengan Variabel Pembatas sehingga tidak terjadi kerusakan lingkungan.



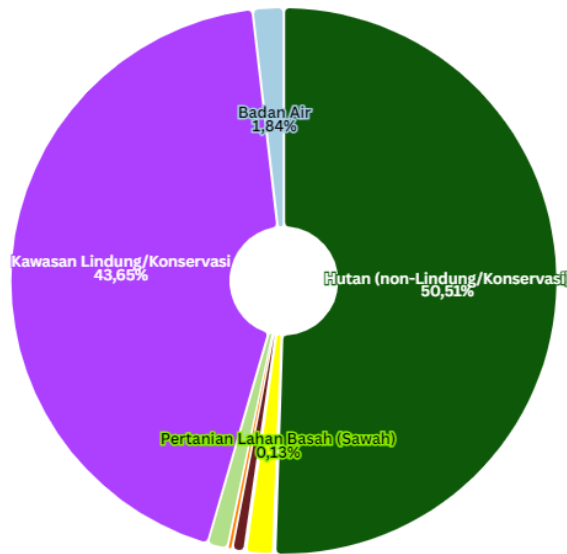
Gambar 4.49 Peta indikasi batasan pengembangan Perkebunan Sawit eksisting
(Sumber: hasil analisis, 2024)

c. Nilai Batas Atas Perkebunan Sawit di Pulau Papua

Luas cap perkebunan sawit di Pulau Papua adalah 290.837,03 ha berdasarkan perspektif D3TLH di Pulau Papua atau 0,71% dari total luas Pulau Papua. Diagram proporsi PPL di Pulau Papua yang mempertimbangkan kesesuaian fisik lahan dan Variabel Pembatas dapat dilihat pada Gambar 4.50, sementara luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Papua dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Luas Penutup/Penggunaan Lahan Hasil Pemodelan

■ Hutan (non-Lindung/Konservasi)
 ■ Pertanian Lahan Basah (Sawah)
 ■ Pertanian Lahan Kering
 ■ Perkebunan (non-Sawit)
 ■ Perkebunan Sawit
 ■ Lahan Terbangun
 ■ Padang Rumput/Semak Belukar
 ■ Tambak
 ■ Kawasan Lindung/Konservasi
 ■ Badan Air



Gambar 4.50 Proporsi luas PPL hasil pemodelan kesesuaian fisik lahan dengan mempertimbangkan Variabel Pembatas di Pulau Papua tahun 2022 (Sumber: hasil analisis, 2024)

Tabel 4.39 Luas dan proporsi alokasi lahan, PPL eksisting, dan selisihnya di Pulau Papua

Jenis PL	Alokasi	PL 2022	Selisih	Alokasi	PL 2022	Selisih
	(ha)			(%)		
Hutan (non-Lindung/Konservasi)	20.823.379,45	20.848.719,86	25.340,41	50,51%	50,57%	0,06%
Pertanian Lahan Basah (Sawah)	53.641,60	57.308,33	3.666,73	0,13%	0,14%	0,01%
Pertanian Lahan Kering	653.724,68	596.486,39	-57.238,28	1,59%	1,45%	-0,14%
Perkebunan (non-Sawit)	41.082,46	41.509,62	427,16	0,10%	0,10%	0,00%
Perkebunan Sawit	290.837,03	290.659,14	-177,89	0,71%	0,71%	0,00%
Lahan Terbangun	117.544,16	141.176,00	23.631,83	0,29%	0,34%	0,06%
Padang Rumput/Semak Belukar	490.413,84	494.763,88	4.350,03	1,19%	1,20%	0,01%
Tambak	767,69	767,69	0,00	0,00%	0,00%	0,00%
Kawasan Lindung/Konservasi	17.997.456,14	17.997.456,14	0,00	43,65%	43,65%	0,00%
Badan Air	758.431,73	758.431,73	0,00	1,84%	1,84%	0,00%
PULAU PAPUA	41.227.278,78	41.227.278,78	0,00	100,00%	100,00%	0,00%

Sumber: hasil analisis, 2024

Bab 5 Kesimpulan dan Rekomendasi

5.1 Kesimpulan

Nilai batas atas (cap) tutupan perkebunan sawit berdasarkan perspektif D3TLH di Indonesia adalah sebesar 18.148.602,96 ha atau 18,15 juta hektar. Dari hasil analisis setiap pulau, Pulau Sumatera dan Kalimantan memiliki luasan perkebunan sawit eksisting yang lebih tinggi dibandingkan dengan kebutuhannya (surplus). Sementara itu, Pulau Jawa, Sulawesi, Papua, Kepulauan Bali Nusa Tenggara, dan Kepulauan Maluku memiliki kebutuhan yang lebih besar dibandingkan dengan ketersediaan lahan perkebunan sawit eksisting (defisit). Namun, kondisi defisit ini tidak dapat menjadi dasar pembukaan lahan perkebunan sawit baru, karena kebutuhan dapat dipenuhi melalui distribusi hasil produksi dari wilayah surplus. Selain itu, banyak wilayah defisit memiliki keterbatasan ekologis dan tata ruang, seperti kawasan konservasi, hutan lindung, serta wilayah dengan fungsi ekologis penting, sehingga ekspansi perkebunan sawit di wilayah tersebut tidak memungkinkan.

Hasil kajian tersebut harapannya tidak memperburuk keadaan eksisting bahwa dari jumlah luasan batas atas (cap) perkebunan sawit di setiap pulau/kepulauan, karena terdapat perkebunan sawit eksisting yang tidak dapat dikembangkan lagi karena lokasinya yang berada di wilayah dengan variabel pembatas, yaitu:

- Di Pulau Sumatera, perkebunan sawit eksisting dengan variabel pembatas mencapai 5,97 juta hektar, tersebar di Aceh, Sumatera Utara, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, dan Kepulauan Bangka Belitung. Wilayah ini didominasi oleh gambut, kawasan konservasi, hutan lindung, dan habitat satwa dilindungi seperti harimau Sumatera, sehingga ekspansi sawit berisiko tinggi terhadap lingkungan dan keanekaragaman hayati.
- Di Pulau Jawa, terdapat 2,12 juta hektar perkebunan sawit eksisting di Banten dan Jawa Barat, terutama di Lebak, Pandeglang, serta beberapa titik di barat dan selatan Jawa Barat. Wilayah ini memiliki kelerengan >30%, kawasan konservasi, dan wilayah adat, yang membuat ekspansi sawit tidak memungkinkan.
- Di Pulau Kalimantan, terdapat 5,30 juta hektar perkebunan sawit eksisting yang tersebar di hampir semua provinsi, terutama Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan. Wilayah ini mencakup gambut, kawasan konservasi, *Key Biodiversity Areas* (KBA), serta habitat orangutan, dengan beberapa area rawan banjir dan longsor, sehingga ekspansi sawit tidak direkomendasikan.
- Di Pulau Sulawesi, perkebunan sawit eksisting dengan variabel pembatas mencapai 201,71 juta hektar, terutama di Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi

Tengah. Wilayah ini memiliki kelerengan >30%, kawasan konservasi, dan jasa lingkungan hidup tinggi, sehingga perlu pengelolaan ketat untuk mencegah degradasi lingkungan.

- Di Kepulauan Maluku, terdapat 11,26 ribu hektar perkebunan sawit eksisting di Pulau Seram, terutama di bagian barat dan timur. Wilayah ini mencakup hutan lindung, wilayah adat, dan KBA, yang menjadikannya sangat rentan terhadap konversi lahan perkebunan sawit.
- Di Pulau Papua, perkebunan sawit eksisting mencapai 75,30 ribu hektar, terutama di Papua Barat Daya dan Papua Barat. Wilayah ini didominasi oleh hutan primer, kawasan konservasi, KBA, dan habitat burung cenderawasih, sehingga ekspansi sawit berisiko tinggi terhadap ekosistem dan hak masyarakat adat.

Jika luas perkebunan sawit melampaui batas atas (cap), dampak lingkungan yang terjadi dapat bersifat signifikan. Ekspansi di Sumatera dan Kalimantan berisiko mempercepat degradasi lahan gambut dan meningkatkan emisi karbon, memperparah perubahan iklim dan meningkatkan kejadian kebakaran hutan. Konversi lahan di kawasan konservasi dan hutan lindung mengancam keanekaragaman hayati, termasuk spesies dilindungi seperti orangutan, harimau Sumatera, dan burung cenderawasih. Selain itu, pengurangan wilayah resapan air meningkatkan risiko banjir dan kekeringan, terutama di Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Di wilayah adat seperti Kalimantan, Maluku, dan Papua, ekspansi yang tidak terkendali juga dapat memicu konflik lahan dengan masyarakat setempat, memperburuk ketimpangan sosial dan ekonomi.

Penelitian ini menegaskan bahwa penentuan cap perkebunan sawit berdasarkan D3TLH harus menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pengelolaan sawit di Indonesia. Kebijakan yang perlu didorong meliputi pembatasan ekspansi sawit di wilayah dengan daya dukung rendah, optimalisasi produktivitas tanpa perluasan lahan, serta penguatan tata kelola lingkungan dan sosial. Dengan memperhitungkan batas daya dukung dan daya tampung lingkungan, perkebunan sawit dapat dikelola secara berkelanjutan tanpa mengorbankan kelestarian ekosistem dan kesejahteraan masyarakat.

5.2 Rekomendasi

Penelitian ini memiliki banyak keterbatasan, baik dari segi data maupun metodologi yang digunakan. Sehingga, pada penelitian selanjutnya terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan, seperti:

- a. Penggunaan skenario yang lebih bervariasi agar dapat memberikan hasil yang lebih representatif, dimana pada penelitian ini skenario yang digunakan hanya satu, yaitu pemenuhan terhadap kebutuhan sebesar 100%.
- b. Penggunaan *training data* yang lebih representatif, misalnya model kesesuaian lahan perkebunan sawit dengan menggunakan *training data* dengan kesesuaian lahan yang ideal, dimana pada penelitian ini model kesesuaian lahan perkebunan sawit menggunakan *training data* yang berasal dari kondisi fisik perkebunan sawit eksisting yang belum tentu ideal.
- c. Penambahan parameter fisik untuk pemodelan kesesuaian lahan atau penambahan variabel pembatas agar lebih sesuai dengan kondisi perkebunan sawit yang ideal.
- d. Pengembangan lebih lanjut menggunakan *system dynamics* untuk mengkaji potensi pengembangan perkebunan sawit dan dampaknya di masa mendatang.

Daftar Pustaka

- Amalia, R., Dharmawan, A. H., Prasetyo, L. B., & Pacheco, P. (2019). Perubahan Tutupan Lahan Akibat Ekspansi Perkebunan Kelapa Sawit: Dampak Sosial, Ekonomi dan Ekologi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 130–139. <https://doi.org/10.14710/JIL.17.1.130-139>
- Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit. (2021). *Kesesuaian Lahan untuk Perkebunan Kelapa Sawit*.
- CELIOS. (2024). *Dampak Ekonomi Moratorium Sawit*.
- Demers, M. (1997). *Fundamental of Geographic Information System*. John Wiley & Sons.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023*.
- Global Footprint Network. (2024). *What is the Ecological Footprint?* . Global Footprint Network: Earth Overshoot Day.
- Heuvelink, G. B. M., Burgers, S. L. G. E., Tiktak, A., & Den Berg, F. Van. (2010). Uncertainty and stochastic sensitivity analysis of the GeoPEARL pesticide leaching model. *Geoderma*, 155(3–4), 186–192. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2009.07.004>
- Keputusan Menteri Pertanian Nomor 833/KPTS/SR.020/M/12/2019 tentang Penetapan Luas Tutupan Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2019 (2019).
- Lane, M., Dawes, L., & Grace, P. (2014). The essential parameters of a resource-based carrying capacity assessment model: An Australian case study. *Ecological Modelling*, 272, 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.10.006>
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning*, 62(1), 3–65. <https://doi.org/10.1016/J.PROGRESS.2003.09.002>
- Manorama, K., Reddy, G. P. O., Suresh, K., Ray, S. S., Behera, S. K., Kumar, N., & Mathur, R. K. (2024). Characterization and Mapping of the Potential Area of Oil Palm Using Multi-Criteria Decision Analysis in a Geographic Information Systems Environment. *Agriculture* 2024, Vol. 14, Page 986, 14(7), 986. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE14070986>
- Mcdonald, G., & Brown, A. (1984). The land suitability approach to strategic land-use planning in urban fringe areas. *Landscape Planning*, 11(2), 125–150.

- Nol, L., Heuvelink, G. B. M., Veldkamp, A., de Vries, W., & Kros, J. (2010). Uncertainty propagation analysis of an N₂O emission model at the plot and landscape scale. *Geoderma*, 159(1–2), 9–23. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2010.06.009>
- Rees, W. E. (1990). The ecology of sustainable development. *Ecologist*, 1, 18–23.
- Roberts, M. C., Randolph, J. C., & Chiesa, J. R. (1979). A land suitability model for the evaluation of land-use change. *Environmental Management*, 3(4), 339–352. <https://doi.org/10.1007/BF01867441/METRICS>
- Safitri, S., Wikantika, K., Riqqi, A., Deliar, A., & Sumarto, I. (2021). Spatial allocation based on physiological needs and land suitability using the combination of ecological footprint and SVM (case study: Java island, Indonesia). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/ijgi10040259>
- Sawit Watch. (2021). *Catatan Akhir Tahun 2021: Dinamika dan Tantangan Mewujudkan Perbaikan Tata Kelola Sawit di Indonesia Tahun 2021*.
- Stoms, D. M., McDonald, J. M., & Davis, F. W. (2002). Fuzzy assessment of land suitability for scientific research reserves. *Environmental Management*, 29(4), 545–558. <https://doi.org/10.1007/S00267-001-0004-4/METRICS>
- Taradini, J. (2018). Pemodelan Alokasi Spasial Penutup/Penggunaan Lahan berdasarkan Daya Dukung Lingkungan Hidup sebagai Skenario Perencanaan (Wilayah Studi: Pulau Jawa, Indonesia). Dalam *Tesis Magister*. Institut Teknologi Bandung.
- UU Nomor 32 Tahun 2009 (2009).
- Verburg, P. H., Tabeau, A., & Hatna, E. (2013). Assessing spatial uncertainties of land allocation using a scenario approach and sensitivity analysis: a study for land use in Europe. *Journal of environmental management*, 127 Suppl. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2012.08.038>
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D., & Murray, M. (2005). *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: the underlying calculation method*.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publisher.
- Wong, Y. Bin, Gibbins, C., Azhar, B., Phan, S. S., Scholefield, P., Azmi, R., & Lechner, A. M. (2023). Smallholder oil palm plantation sustainability assessment using multi-criteria analysis and unmanned aerial vehicles. *Environmental Monitoring and Assessment* 2023 195:5, 195(5), 1–29. <https://doi.org/10.1007/S10661-023-11113-Z>

Zhao, Q., Yu, L., Li, X., Xu, Y., Du, Z., Kanniah, K., Li, C., Cai, W., Lin, H., Peng, D., Zhang, Y., & Gong, P. (2024). The expansion and remaining suitable areas of global oil palm plantations. *Global Sustainability*, 7, e9. <https://doi.org/DOI: 10.1017/sus.2024.8>

