



TRACTION
ENERGY ASIA

Emisi Gas Rumah Kaca dari Produksi Biodiesel di Indonesia Berdasarkan Analisa Daur Hidup (Life Cycle Analysis)



Copyright © 2019 Traction Energy Asia

All rights reserved. This report or any portion thereof may not be reproduced or used in any manner whatsoever without the express written permission of the publisher except for the use of brief quotations.

Traction Energy Asia
Plaza Marein Lt.23,
Jl. Jend. Sudirman Kav 76-78,
Kuningan, Kecamatan Setiabudi,
Jakarta, 12910, INDONESIA

<https://www.tractionenergy.asia>
email: info@tractionenergy.asia

Cover Photo:

Transporting Oil Palm Fruit Bunches in Riau © Kemal Jufri/Greenpeace

**Emisi Gas Rumah Kaca
dari Produksi Biodiesel
di Indonesia Berdasarkan
Analisa Daur Hidup
(Life Cycle Analysis)**



TRACTION
ENERGY ASIA

Ucapan Terima Kasih

Tim penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada nama-nama berikut yang telah memberikan kontribusi dalam penulisan dan penyempurnaan penelitian ini:

Bapak Rida Mulyana dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM); Bapak Wendy Aritenang dari Kementerian Perhubungan; Bapak Rudy Gobel dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS); Bapak Paulus Tjakrawan dari Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (APROBI); Ibu Foo Siew Theng dari Wilmar Group; Bapak Agus Purnomo dan Bapak Rifki Tantowi Noor dari Golden Agri Resources; Bapak Bandung Sahari dan Bapak Yudha Asmara dari PT. Astra Agro Lestari Tbk; Bapak Hariyadi Santoso dari Sinarmas Agri; Bapak Mansuetus Alsy Hanu dan Bapak Ibrahim Gulaknar dari Serikat Petani Kelapa Sawit (SPKS); Bapak Bungaran Saragih; Bapak Giogio Budi Indarto; Ibu Rebekka Angelyn; Bapak Lucky Lontoh; dan Bapak Yuyun Indradi; Bapak Yuyun Indradi dan Nabih Zain Muhamad sebagai editor.

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu, yang telah banyak memberikan dukungan dalam penyusunan studi ini.

Daftar Isi

Daftar Singkatan	iv
Ringkasan Eksekutif	vi
Pendahuluan	1
Metodologi.....	5
Hasil dan diskusi	11
Kesimpulan dan Saran	45
Referensi.....	48
Catatan Akhir	52



Daftar Singkatan

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
APROBI	Asosiasi Produsen Biodiesel Indonesia
BOE	Barrel Oil Equivalent
CO ₂ eq.	Carbon Dioxide Equivalent
CPO	Crude Palm Oil
EU	European Union
FAO	Food and Agriculture Organization
FFB	Fresh Fruit Bunches
GAP	Good Agriculture Practice
GJ	Giga Joule
GRK	Gas Rumah Kaca
Ha	Hektar
ILUC	Indirect Land Use Change
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISCC	International Standard for Carbon Certification
ISPO	Indonesia Sustainable Palm Oil
Kg	Kilogram
Kl	Kiloliter
LCA	Life Cycle Analysis
LUC	Land Use Change
LUCF	Land Use Change and Forestry
MC	Methane Capture
MJ	Megajoule
MPOB	Malaysia Palm Oil Board
MT	Million Ton
MTOE	Million Ton Oil Equivalent
MWe	Mega Watt Electricity
MWh	Mega Watt Hour
N ₂ O	Nitrogen Dioxide
OER	Oil Extraction Rate
PBB	Perserikatan Bangsa Bangsa
PFAD	Palm Fatty Acid Distillate
PKS	Pabrik Kelapa Sawit
PLN	Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN Persero)
POME	Palm Oil Mill Effluent
PSO	Public Service Obligation
RBD	Refined Bleached and Deodorized
RED	Renewable Energy Directive
RSPO	Roundtable Sustainable Palm Oil
RPO	Refined Palm Oil
SPKS	Serikat Petani Kelapa Sawit
SPBU	Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum
TBS	Tandan Buah Segar
TPH	Ton Per Hour



Emisi Gas Rumah Kaca Biodiesel dari CPO

Tata kelola yang baik adalah syarat mutlak agar pemanfaatan biodiesel dari CPO dapat mencapai target ketahanan energi dan penurunan emisi GRK sesuai strategi mitigasi Pemerintah Indonesia.

~ Traction Energy Asia

Ringkasan Eksekutif

Temuan utama/Highlights

- Indonesia menargetkan porsi energi terbarukan sebesar 23% atau setara dengan 92,2 MTOE (Million Tonnes of Oil Equivalent) pada tahun 2030. Seperempat bagian dari porsi energi terbarukan atau sebesar 23 MTOE akan disediakan oleh biofuel
- Diperkirakan 33,5% perkebunan sawit di Indonesia berasal dari hutan termasuk hutan gambut, 26,3% dari semak termasuk semak gambut, dan 34,1% dari agroforestry. Perkebunan dan sektor sawit mewakili sekitar 15% dari total emisi nasional dan mayoritas berasal dari oksidasi lahan perkebunan gambut, pembukaan lahan dan limbah cair pabrik sawit (POME).
- Laporan ini bertujuan untuk memberikan hasil kajian emisi GRK atas produksi biodiesel dari minyak sawit di Indonesia dengan menggunakan analisis Life Cycle Analysis (LCA) untuk menganalisis emisi GRK di keseluruhan rantai pasokan suatu produk hingga tahapan penggunaan (cradle to grave). Kajian ini menetapkan batasan perhitungan emisi mulai tahap perkebunan hingga tahapan blending B20, dan analisis skenario hingga tahap penggunaan.
- Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari perkebunan masih merupakan kontributor terbesar untuk emisi biodiesel di Indonesia dan mencapai 80% atau lebih atas emisi GRK dalam rantai pasokan biodiesel.
- Faktor pembeda total emisi GRK yang dihasilkan oleh alih fungsi lahan (Land Use Change - LUC) terdapat pada jenis tanahnya, yaitu pada tanah mineral atau gambut. Biodiesel dari kelapa sawit yang produksinya melibatkan alih fungsi lahan gambut akan menghasilkan lonjakan emisi GRK hingga 6,08 kg CO₂eq/L B20 untuk Kalimantan Barat dan 7,09 kg CO₂eq/L B20 untuk Riau.
- Terdapat perbedaan signifikan antara emisi GRK yang dihasilkan oleh alih fungsi lahan eks rumput dengan eks hutan di Riau dan Kalimantan Barat. Dibandingkan dengan angka emisi GRK bahan bakar solar diesel, terdapat kemungkinan bahwa LUC di lahan mineral dan lahan gambut dapat membuat emisi B20 jauh lebih besar dibandingkan emisi minyak solar.
- Pemakaian methane capture di PKS bisa menurunkan sekitar separuh dari total emisi pabrik sawit yang merupakan bagian dari rantai perkebunan.
- Transportasi (pengangkutan tandan buah segar (TBS)) merupakan sumber emisi terbesar dari petani swadaya. Pemakaian bahan bakar untuk transportasi petani swadaya berada pada rentang 39% di Kalimantan Barat hingga 49% di Riau.
- Produktivitas petani swadaya lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas perusahaan.

Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi GRK 29% di tahun 2030 melalui mitigasi di sektor energi dan sektor lainnya. Strategi utama mitigasi sektor energi adalah pengembangan energi terbarukan, termasuk di dalamnya produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit (crude palm oil - CPO). Untuk memenuhi target bauran energi di tahun 2025, produksi biodiesel ditargetkan meningkat dari 6,01 juta kiloliter di tahun 2018 menjadi 13,8 juta kiloliter di tahun 2025. Biodiesel dapat mendukung upaya pencapaian ketahanan energi nasional dan penurunan emisi GRK nasional. Di sisi lain, produksi biodiesel tidak terlepas dari sektor energi dan lahan. Produksi biodiesel dapat memberikan dampak pada lingkungan dan justru meningkatkan emisi GRK terkait deforestasi dan alih fungsi lahan gambut menjadi perkebunan sawit.

Kajian ini menyajikan hasil analisis emisi GRK biodiesel dari CPO menggunakan metode analisis daur hidup (Life Cycle Analysis - LCA). LCA digunakan sebagai metode untuk menganalisis emisi GRK yang ditimbulkan dari produksi biodiesel dari CPO di Indonesia, dengan batasan lingkup studi pada perkebunan hingga refinery dan stasiun blending B20. Analisis skenario hingga ke tahap konsumsi dilakukan untuk meninjau emisi GRK biodiesel pada keseluruhan rantai pasokan. Data sampling untuk kajian diperoleh dari responden perusahaan dan petani swadaya. Data produksi petani swadaya diperoleh melalui survei di provinsi Riau dan Kalimantan Barat. Tinjauan atas studi-studi sebelumnya mengenai LCA biodiesel juga dibahas sebagai referensi kajian.

Berdasarkan kajian ini, jika tidak ada alih fungsi lahan, LCA produksi biodiesel B20 dari perusahaan sawit dan petani swadaya memberikan hasil antara 2,67 – 3,03 kgCO₂eq per liter B20. Nilai emisi GRK ini lebih rendah dibandingkan emisi GRK bahan bakar solar yaitu 3,14 kgCO₂eq/L. Berdasarkan analisis LCA, penggunaan B20 dapat memberikan penghematan emisi GRK antara 3% hingga 14% dibandingkan penggunaan bahan bakar solar. Dengan target produksi biodiesel B20 di tahun 2025 sebesar 13,8 juta kiloliter, perubahan penggunaan bahan bakar solar ke biodiesel dari CPO diproyeksikan dapat berkontribusi pada penurunan emisi GRK mencapai 9,27 juta tCO₂eq di tahun 2025 atau lebih dari 90% target penurunan emisi melalui fuel switching. Untuk mendukung tercapainya target penurunan emisi GRK nasional, perlu dilaksanakan melalui tata kelola yang baik dan penetapan ambang batas emisi GRK dari produksi biodiesel.





I. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu negara non-Annex I di konvensi Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) terkait perubahan iklim¹, Indonesia telah berkomitmen untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 29% pada tahun 2030². Sebagian besar upaya penurunan emisi GRK tersebut diproyeksikan berasal dari aksi mitigasi pada sektor berbasis lahan dan energi³. Seiring pertumbuhan PDB dan populasi, sektor energi di Indonesia diproyeksikan akan meningkat mencapai lebih dari 4.500 juta *Barrel Oil Equivalent* (BOE)⁴. Kebijakan Energi Nasional Indonesia⁵ menargetkan porsi energi terbarukan sebesar 23% atau setara dengan 92,2 MTOE (Million Tonnes of Oil Equivalent) pada tahun 2030. Seperempat bagian dari porsi energi terbarukan atau sebesar 23 MTOE akan disediakan oleh biofuel (Misna, 2018).

Tabel 1. Target Biofuel Indonesia (dalam juta ToE) (Kusdiana, 2014)

Bahan Bakar	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2050
Biofuel	6	7	7	8	8	9	19	63

Untuk mencapai target pengurangan emisi tersebut, Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan sejumlah kebijakan dan peraturan⁶. Target blending biodiesel juga telah ditetapkan untuk berbagai sektor dengan nilai target bertahap hingga mencapai 30% untuk semua sektor di tahun 2020. Produksi biodiesel Indonesia mencapai 3,42 juta kiloliter di tahun 2017 dan 6,01 juta kiloliter di tahun 2018 (Misna, 2018). Produksi diharapkan meningkat empat kali lipat di tahun 2025 menjadi 13,8 juta kiloliter untuk memenuhi target porsi biofuel dalam bauran energi nasional (*national energy mix*).

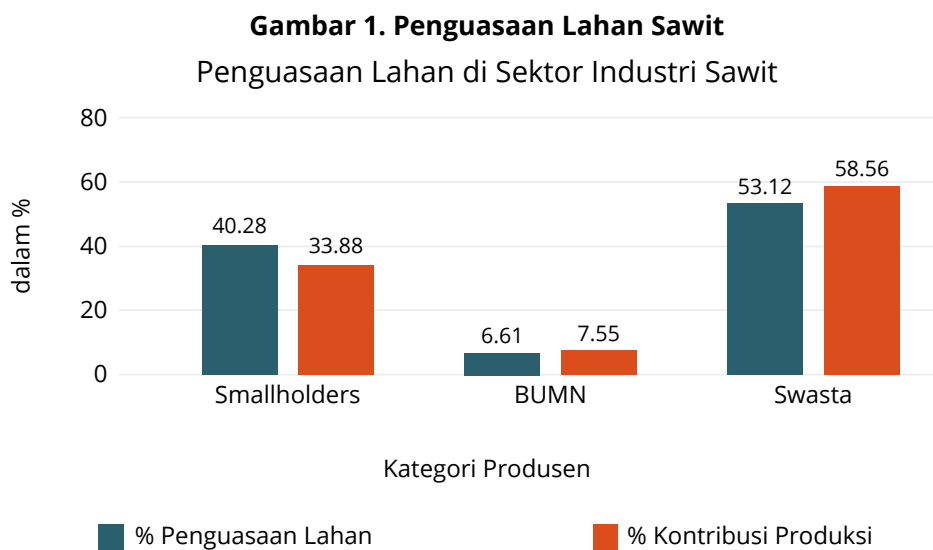
Biofuel merujuk pada bahan bakar yang diproduksi dari bahan nabati. Bentuk biofuel yang sering dikenal adalah biodiesel dan bioethanol. Saat ini, produksi biofuel di Indonesia masih didominasi oleh biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO) yang termasuk dalam kategori biodiesel generasi pertama⁷. Kapasitas produksi biodiesel nasional saat ini tercatat sebesar 12 juta kiloliter per tahun dengan lokasi tersebar di pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, dan Sulawesi.

Pengembangan biodiesel dari bahan baku minyak sawit (CPO) dapat mendukung upaya Indonesia mewujudkan ketahanan energi nasional, mengurangi konsumsi dan impor bahan bakar fosil, menciptakan nilai tambah dari industri hilir sawit, dan berkontribusi menurunkan emisi GRK di sektor energi. Namun demikian, tanpa perencanaan dan pengelolaan yang baik dan berkelanjutan produksi biodiesel dari minyak sawit dapat menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Misalnya, alih fungsi lahan baru untuk perkebunan sawit dan konversi lahan gambut akan mendorong meningkatnya emisi GRK dan kerusakan lingkungan dari LUCF (*land use change and forestry*). Selain itu, pembukaan hutan dapat mendorong punahnya keanekaragaman hayati hutan dan mengganggu ekosistem dan keberlangsungan hidup satwa liar. Produksi biodiesel menarik untuk dibahas karena melibatkan dua sektor utama penyumbang emisi GRK di Indonesia, yaitu LUCF dan energi.

Uni Eropa telah menetapkan kebijakan pengaturan emisi GRK biofuel, termasuk biodiesel, pada tahun 2021-2023 emisi GRK biofuel harus lebih rendah 50% dari emisi bahan bakar fosil (European Union, 2018). Kebijakan tersebut diterapkan oleh Uni Eropa untuk memastikan bahwa biofuel yang digunakan memiliki emisi GRK yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Pemerintah Indonesia saat ini belum mengatur atau menerbitkan peraturan tentang produksi biodiesel

berkelanjutan dan rendah karbon. Namun demikian, agar produksi di sepanjang rantai pasokan biodiesel tidak menghasilkan total emisi GRK lebih dari bahan bakar fosil, sangat penting bagi produsen untuk menghindari minyak kelapa sawit yang dihasilkan dari budidaya di lahan dengan stok karbon dan keanekaragaman hayati tinggi.

Area lahan sawit di Indonesia mencapai 12,3 juta ha pada tahun 2017 (Ditjen Perkebunan, 2018), 60% atau 7,5 ha di antaranya adalah perkebunan sawit yang dikelola oleh perusahaan sawit negara dan swasta, sedangkan sisanya atau sekitar 4,8 juta ha merupakan perkebunan rakyat, seperti ditampilkan dalam **Gambar 1**. Meskipun perkebunan rakyat memiliki porsi luasan yang cukup besar (40%), namun hanya memasok 34% dari total produksi sawit nasional. Produksi sawit Indonesia mencapai 38,17 juta ton di tahun 2017. Dari total produksi tersebut yang telah diekspor sebesar 31,05 juta ton dan 4,02 juta ton menjadi stok nasional (GAPKI, 2018).



Pada tahun 2017, konsumsi biodiesel dari minyak sawit sebesar 2,57 juta kiloliter diperkirakan berkontribusi pada penurunan emisi GRK sebesar 6,89 juta tCO₂eq (Santoso, 2018). Biofuel diharapkan dapat memberikan dampak positif pada neraca energi nasional dan mengurangi emisi gas rumah kaca nasional. Namun, sektor sawit yang menghasilkan bahan mentah untuk produksi biodiesel sering dikaitkan dengan isu deforestasi, alih fungsi lahan (I/LUC), dan sumber emisi GRK. Oleh karena itu, identifikasi, inventarisasi, dan penghitungan emisi GRK biodiesel dari CPO harus dilakukan untuk memastikan bahwa produksi biodiesel tidak memberikan dampak negatif melebihi manfaat positif yang diberikan.

Indonesia memiliki tantangan besar untuk dapat mentransformasi perkebunan dan industri sawit menjadi berkelanjutan dan meminimalkan emisi GRK dari industri sawit, khususnya untuk produksi biodiesel dari CPO. Penghitungan emisi GRK biodiesel yang diproduksi dari CPO harus menyertakan emisi dari alih fungsi lahan. Diperkirakan 33,5% perkebunan sawit di Indonesia berasal dari hutan termasuk hutan gambut, 26,3% dari semak termasuk semak gambut, dan 34,1% dari agroforestri (Gunarso, Hartoyo, Fahmuddin, & Killeen, 2013). Perkebunan dan sektor sawit mewakili sekitar 15% dari total emisi nasional dan mayoritas berasal dari oksidasi lahan perkebunan gambut, pembukaan lahan dan limbah cair pabrik sawit (POME) (Ministry of Environment and Forestry, 2018). Simulasi

yang dilakukan oleh Purnomo *et al.* (2018), memberikan hasil bahwa emisi sektor perkebunan dan pengolahan minyak sawit akan mencapai angka 716 juta tCO₂eq di tahun ke 22 atau di tahun 2037. Angka ini diperoleh dengan *baseline* awal pada tahun 2015 dan asumsi bahwa 21% perkebunan sawit rentan terbakar dan 5% sengaja dibakar saat pembukaan lahan (Purnomo, Okarda, Dermawan, Ilham, & Bizarani, 2018).

Perhitungan emisi GRK biodiesel dari CPO bisa dimulai dari proses budidaya di perkebunan hingga pabrik biodiesel. Dengan metode analisis daur hidup atau *Life Cycle Analysis* (LCA), penghitungan dapat dilakukan hingga ke tahapan penggunaan biodiesel di level konsumen. Faktor emisi yang dihitung meliputi pembukaan lahan, pemakaian pupuk, pemakaian bahan bakar fosil, dan emisi dari limbah sawit yang diperkirakan turut memberikan kontribusi emisi secara akumulatif (Bessou, et al., 2014). Besaran emisi dari rantai produksi bersifat spesifik tergantung pada kondisi rantai pasokan tersebut. Sebagai referensicontoh, sebuah studi LCA yang dilakukan oleh RSPO, terhadap 11 perusahaan anggotanya memberikan rata-rata emisi karbon mencapai 1,67 tCO₂eq/ton CPO, dengan kisaran antara -0,02 hingga +8,32 tCO₂eq/ton CPO (Bessou, et al., 2014). Rentang emisi GRK yang besar terutama disebabkan oleh perbedaan fungsi awal lahan, jenis dan jumlah pemakaian pupuk di perkebunan, dan praktik pengelolaan POME di pabrik sawit.

Laporan ini bertujuan untuk memberikan hasil kajian emisi GRK atas produksi biodiesel dari minyak sawit di Indonesia. LCA dapat digunakan untuk analisis emisi GRK di keseluruhan rantai pasokan suatu produk hingga tahapan penggunaan (*cradle to grave*). Kajian ini menetapkan batasan perhitungan emisi mulai tahap perkebunan hingga tahapan blending B20, dan analisis skenario hingga tahap penggunaan. Analisis skenario alih fungsi lahan diterapkan untuk melihat efek dari skenario berbeda terhadap total emisi GRK biodiesel. Laporan ini juga menampilkan tinjauan atas studi-studi sebelumnya terkait LCA emisi GRK biodiesel. Metodologi dan ringkasan data yang digunakan disajikan untuk memberikan gambaran bagaimana kajian dilakukan. Berdasarkan hasil kajian, laporan ini memberikan rekomendasi pendekatan untuk mengelola emisi GRK dari biodiesel berbahan CPO untuk pemerintah Indonesia dan pemangku kepentingan terkait.

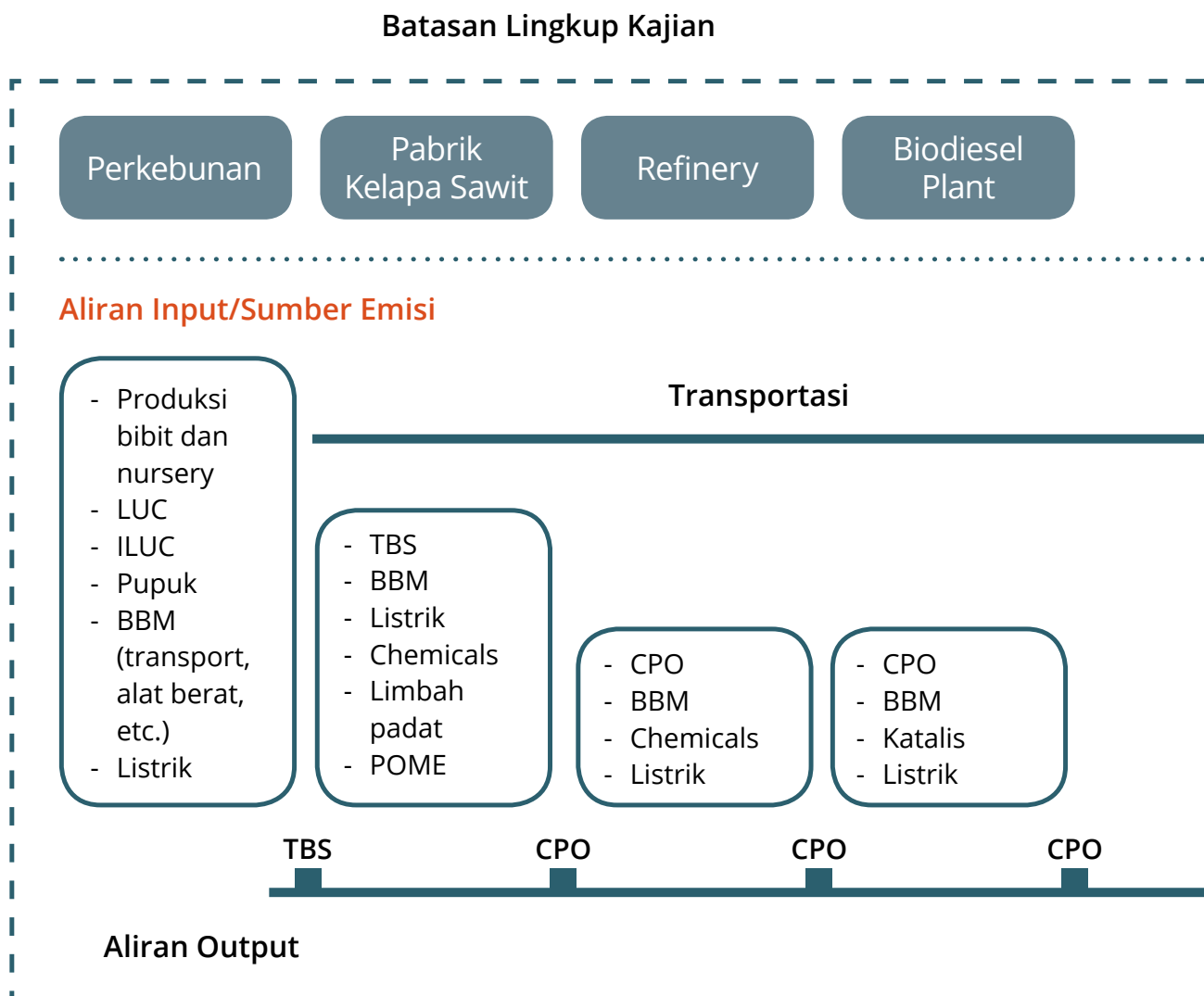


2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan metodologi LCA untuk menganalisis produksi biodiesel dari CPO di Indonesia. Cakupan LCA dalam studi ini dibatasi mulai dari tahap produksi bibit pohon sawit, pembukaan lahan hingga stasiun blending B20. Beberapa skenario produksi yang berbeda dapat digunakan untuk melihat dampaknya terhadap emisi GRK dari produksi biodiesel. Metodologi *Life Cycle Inventory Analysis* digunakan untuk melakukan a *cradle-to-grave assessment* termasuk LUC, proses produksi sawit, transportasi, produksi CPO, produksi biodiesel, dan biodiesel blending. Analisis data akan melibatkan input material, input energi dan output dari setiap tahapan. Batasan LCA dilakukan mulai tahapan LUC hingga B20 *blending* seperti ditunjukkan pada **Gambar 2**.

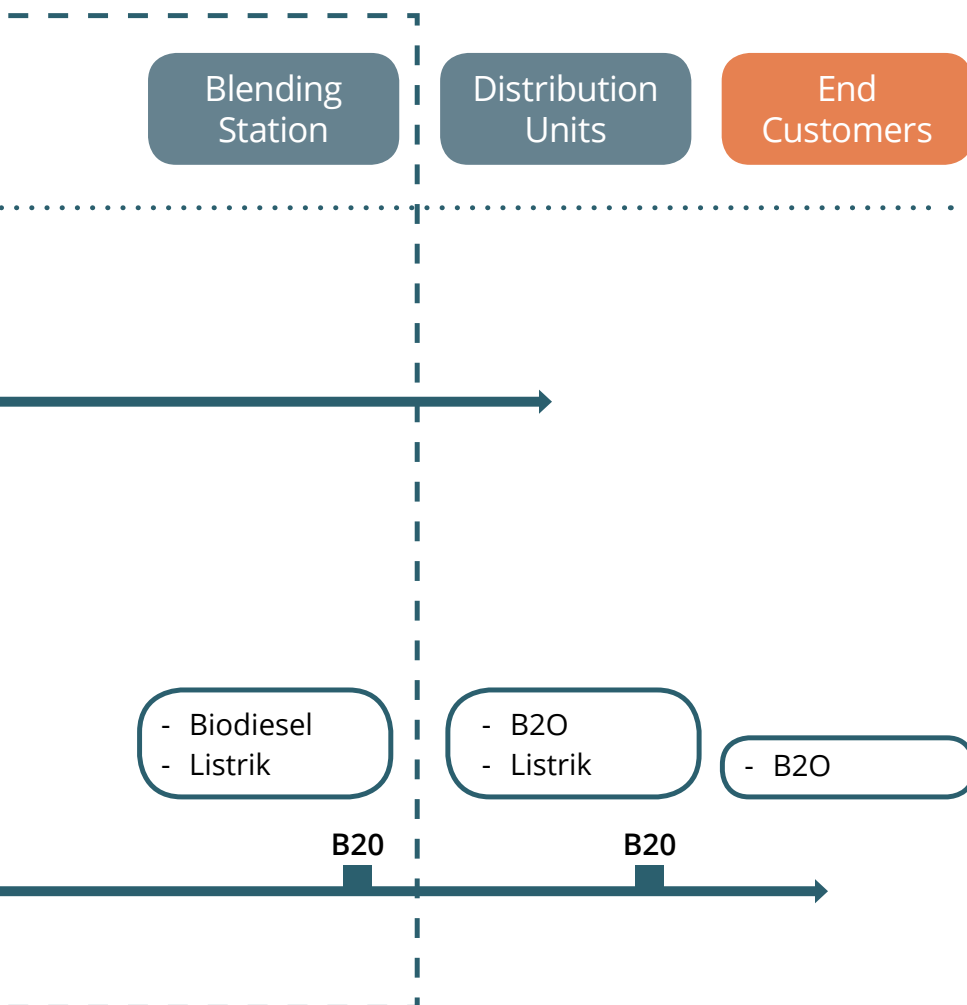
LCA memberikan angka emisi dari praktik produksi biodiesel saat ini. LCA tidak memberikan proyeksi emisi di masa mendatang karena perubahan dari praktik yang dilakukan sepanjang rantai pasokan saat ini akan mempengaruhi emisi GRK akhir. Pada tiap jenis lahan dalam analisis perhitungan GRK yang memperhitungkan alih fungsi lahan akan dilakukan analisis skenario. Merujuk pada jenis tanaman sawit yang merupakan tanaman tahunan, maka periode yang digunakan dalam analisis adalah satu tahun. Emisi dari LUC dan pembukaan kebun sawit akan dikonversi menjadi emisi

Gambar 2. Batas Cakupan Studi LCA Produksi Biodiesel



tahunan dengan periode sesuai umur pohon sawit. Input material dan energi diukur berdasarkan kebutuhan untuk memproduksi 1 ton biodiesel, sehingga fungsi unit yang digunakan adalah 1 ton biodiesel. Dalam sejumlah tahapan proses, angka akan disajikan dalam satuan unit hektar untuk kebun dan unit CPO untuk PKS.

Data yang digunakan dalam kajian ini diperoleh dari data sekunder dan data primer. Data sekunder yang diperoleh dan dikumpulkan dari berbagai literatur mengenai produksi dan LCA biodiesel di Indonesia dan Malaysia, publikasi jurnal akademik dan sains. Dalam kajian ini, data primer perusahaan dibatasi diperoleh dari *Sustainability Reports* empat perusahaan sawit yang beroperasi di Indonesia. Sedangkan data primer petani swadaya diperoleh melalui metode *random sampling* di dua provinsi yaitu Provinsi Riau dan Kalimantan Barat. Dua kabupaten dari masing-masing provinsi dipilih untuk menjadi sampling petani swadaya. Data yang diperoleh kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan gambaran emisi GRK produksi sawit dari TBS pasokan petani swadaya. Proses pengumpulan data dilakukan dengan dua metode yaitu *desk-based research* dan survei lapangan.



a. Desk-based Research

Desk based research dilakukan untuk memperoleh kajian literatur mengenai LCA biodiesel, faktor emisi, dan pengumpulan data terkait penelitian yang dipublikasikan oleh berbagai institusi dan/atau lembaga penelitian mengenai sektor sawit di Indonesia dan Malaysia. Data dari perusahaan sawit diperoleh dari laporan keberlanjutan (*sustainability report*) tahun 2016 atau 2017 perusahaan responden atau laporan terakhir yang dipublikasi. Data perusahaan diperoleh berdasarkan kriteria berikut ini:

1. Tersedianya pelaporan emisi GRK dalam annual sustainability report perusahaan tersebut.
2. Emisi GRK yang dilaporkan telah diverifikasi atau diaudit oleh pihak ketiga.
3. Perusahaan memproduksi atau memasok CPO untuk produksi biodiesel.
4. Penghitungan emisi GRK menggunakan metode RSPO PalmGHG Calculator atau ISCC.

Riset kajian pustaka dilaksanakan dalam periode Oktober sampai November 2018 mencakup emisi GRK biodiesel yang berasal dari minyak sawit

b. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk pengambilan sampel dan verifikasi data petani sawit swadaya. Dua provinsi yang dipilih menjadi lokasi survei adalah Riau dan Kalimantan Barat. Kedua provinsi ini termasuk dalam lima provinsi penghasil sawit terbesar di Indonesia. Provinsi Riau adalah penghasil sawit terbesar di Indonesia dengan persentase 21% dari produksi nasional, sementara Kalimantan barat adalah provinsi penghasil keempat dengan persentase 9% dari produksi nasional (Ditjen Perkebunan, 2018). Di tahun 2013, Jumlah PKS di Riau dan Kalimantan Barat tercatat sebanyak 140 dan 65 secara berurutan (BUMN, 2014⁸)

Survei dilakukan di Provinsi Riau yaitu di Kabupaten Siak dan Kabupaten Pelalawan, dan Provinsi Kalimantan Barat yaitu di Kabupaten Sintang dan Kabupaten Sanggau. Dua desa dipilih di setiap kabupaten untuk menjadi lokasi survei, sehingga keseluruhannya terdapat 8 (delapan desa) yang disurvei. Penetapan lokasi ditentukan secara *purposive* dengan pertimbangan kedelapan desa tersebut memiliki area perkebunan sawit yang cukup luas terhadap proporsi total area perkebunan tingkat provinsi, memiliki populasi petani swadaya yang sebagian besar tergabung dalam organisasi petani sawit (dalam penelitian ini seluruh responden merupakan anggota Serikat Petani Kelapa Sawit - SPKS). Survei dilaksanakan di bulan Desember 2018. Wawancara dilakukan untuk pengecekan ulang setiap data yang diberikan. Ditemukan beberapa responden yang tidak layak karena ketidaklengkapan informasi, seperti tidak mengisi jumlah pupuk yang dipergunakan dan tidak bisa menjelaskan sejarah lahan sebelum menjadi kebun kelapa sawit. Jumlah responden dari setiap provinsi adalah 16 orang, sehingga diperoleh total 32 responden untuk petani swadaya yang memiliki lahan mulai dari 1 -32 hektar.

Data yang dikumpulkan meliputi data primer: 1) karakteristik petani terdiri dari nama, tingkat pendidikan, lama dan luas lahan; 2) karakteristik eksternal petani terdiri dari: keterlibatan dalam organisasi petani, pembinaan atau penyuluhan yang pernah diikuti; 3) penggunaan input dan faktor produksi seperti alih fungsi lahan dan penggunaan pupuk organik dan non-organik. Petani yang menjadi responden mewakili petani yang melakukan alih fungsi lahan sebelum dan sesudah 1 Januari 2008.

c. Kalkulasi emisi GRK

Secara umum, perhitungan gas rumah kaca dilakukan dengan menggunakan konsep neraca massa. Untuk menyederhanakan dan mempermudah perhitungan, digunakan suatu faktor pengali yang disebut faktor emisi, yakni suatu nilai representatif yang menghubungkan kuantitas emisi yang dilepas ke atmosfer dengan aktivitas yang berkaitan dengan emisi tersebut. Perumusan emisi GRK dengan menggunakan faktor emisi (IPCC, 2006) adalah sebagai berikut

$$\sum \text{Emisi} = \text{Aktivitas}_y \times EF \quad \text{(persamaan 1)}$$

Keterangan :

$\sum \text{Emisi}$ = Jumlah emisi

Aktivitas_y = Data aktivitas selama satu periode (jumlah input penghasil emisi)

EF = Faktor emisi

Total emisi dalam satu periode analisis juga merupakan penjumlahan dari emisi setiap sumber GRK dalam satu periode tersebut yang dirumuskan sebagai berikut.

$$\sum \text{Emisi} = E_{LUC} + E_{Fertilizer} + E_{Fuel} + E_{POME} + \dots + E_{Energi} \quad \text{(persamaan 2)}$$

Keterangan:

\sum_{LUC} = Total emisi dari alih fungsi lahan (*land use change*)

$\sum_{Fertilizer}$ = Total emisi dari penggunaan pupuk

\sum_{Fuel} = Total emisi dari penggunaan bahan bakar fosil

\sum_{POME} = Total emisi dari limbah cair kelapa sawit

\sum_{Energi} = Total emisi dari penggunaan energi (listrik dan steam)

Intensitas emisi suatu produk dilakukan dengan membagi total emisi dalam satu periode dengan total unit output yang dihasilkan. Dalam kajian ini, intensitas emisi untuk produksi CPO dan biodiesel dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Intensitas Emisi GRK} = \frac{\sum \text{Emisi}}{\sum \text{Output}} \quad \text{(persamaan 3)}$$

Keterangan:

Intensitas Emisi GRK = Emisi GRK satu unit output (tCO₂eq/tPO, gCO₂eq/l biodiesel, gCO₂eq/MJ)

\sum_{Emisi} = Total emisi dalam satu periode (tCO₂eq/tahun)

\sum_{Output} = Total output dalam satu periode (tCPO/tahun, liter biodiesel/tahun, MJ/tahun)

Rincian faktor emisi terdapat di setiap sub bab dari bab Hasil dan diskusi. Tier data yang dipergunakan adalah tier 1 baik untuk petani swadaya maupun perusahaan dan faktor emisi diambil dari RSPO and ISCC.

d. Analisis Data

Data yang diperoleh melalui survei petani swadaya dianalisis secara deskriptif dengan membuat tabulasi distribusi responden dari setiap variabel yang diteliti. Data terkait input produksi dari petani swadaya dan perusahaan sawit ditabulasi secara kuantitatif untuk selanjutnya digunakan dalam analisis LCA. Analisis dilakukan dengan menggunakan inventarisasi GRK. Data akan disajikan dalam satuan input dan output 1 ton biodiesel. Dalam sejumlah tahapan, input dan output juga akan disajikan dalam satuan ha/tahun. Analisis data dilaksanakan pada periode Januari 2019. Analisis skenario terhadap alih fungsi lahan (LUC) dilakukan berdasarkan jenis lahan untuk mengetahui dampak LUC terhadap total emisi GRK produksi B20.



3. HASIL DAN DISKUSI



Hasil analisis data penelitian lapangan yang dilakukan pada bulan Desember 2018, dengan data yang berasal dari *Sustainability Report* perusahaan dan data responden petani swadaya disajikan sebagai berikut:

3.1 Perusahaan

Data perusahaan diperoleh dari empat perusahaan swasta kelapa sawit. Keempat perusahaan tersebut menerbitkan sustainability report tahunan yang menampilkan laporan emisi GRK selama periode pelaporan, sumber-sumber emisi GRK, dan intensitas emisi per output produk. Empat perusahaan tersebut adalah Asian Agri, Golden Agri Resources, Musim Mas, dan Wilmar International. Keempat perusahaan tersebut beroperasi, memiliki perkebunan dan PKS di Indonesia, dan memiliki biodiesel plant atau memasok CPO untuk bahan baku biodiesel. Keempat perusahaan melaporkan bahwa terdapat perbedaan antara emisi GRK yang memperhitungkan LUC dan emisi GRK tanpa memperhitungkan LUC.

A. Asian Agri

TBS yang diolah PKS diperoleh dari kebun sendiri (38%), kebun plasma (19%) dan pemasok eksternal (43%). Pemasok eksternal termasuk petani swadaya yang telah mendapatkan sertifikasi RSPO dan ISCC. Sebagian besar atau 90% petani swadaya yang memasok Asian Agri telah mendapatkan sertifikasi RSPO dan 100% mendapatkan sertifikasi ISCC. Total kebun sendiri milik Asian Agri seluas 93.574 ha, sementara kebun petani plasma seluas 52.917 ha. TBS yang menjadi bahan baku produksi CPO diproduksi dari kebun tanah mineral dan tanah gambut.

Sustainability report tahun 2016 Asian Agri melaporkan bahwa sumber emisi GRK utama berasal dari konversi lahan, oksidasi gambut, dan emisi metana dari POME. Emisi GRK dihitung dengan menggunakan RSPO PalmGHG Calculation versi 3.0. LUC diperhitungkan karena adanya pembukaan lahan setelah *cut off date* RSPO tahun 2005. Asian Agri melaporkan emisi GRK pada tahun 2016 sebagaimana disajikan dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Emisi GRK Produksi CPO Asian Agri

Lokasi	Emisi GRK (tCO ₂ eq./tCPO)	
	Tanah mineral	Tanah gambut
Sumatera Utara	0,23	16,04
Riau	0,7	9,38
Jambi	0,56	n/a

Data emisi GRK di tiga lokasi berbeda menunjukkan kisaran emisi GRK antara 0,23 tCO₂eq/tCPO hingga 0,7 tCO₂eq/tCPO untuk CPO yang diproduksi dari tanah mineral. Sementara emisi GRK dari CPO yang diproduksi dari tanah gambut di dua lokasi menunjukkan kisaran antara 9,38 tCO₂eq/tCPO hingga 16,04 tCO₂eq/tCPO.

B. Golden Agri Resources (GAR)

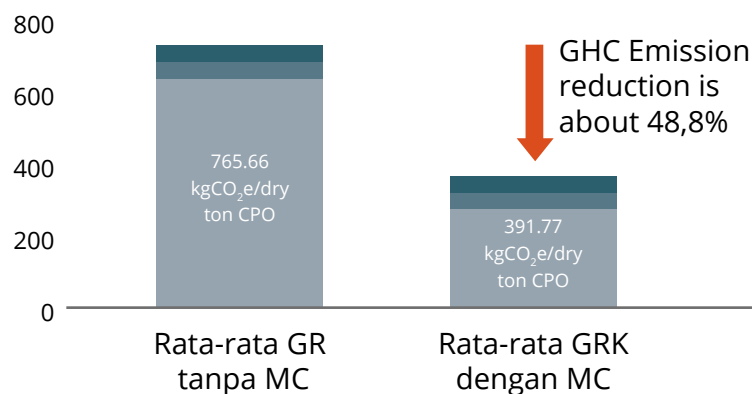
GAR melaporkan emisi GRK tanpa mengikutsertakan sektor LUC. Kebun GAR telah dibuka sebelum 2005 sehingga emisi GRK yang dilaporkan tidak perlu memasukkan sektor LUC. Dalam Sustainability Report 2017, GAR melaporkan angka emisi GRK dari produksi CPO sebesar 795,25 kgCO₂eq/tCPO, 799,25 kgCO₂eq/tCPO untuk dua lokasi di Kalimantan, 848,53 kgCO₂eq/tCPO untuk lokasi di Sumatera Utara, dan 907,68 kg CO₂eq/tCPO untuk lokasi di Riau. Berikut ini adalah ringkasan intensitas emisi GRK CPO yang diproduksi oleh GAR.

Tabel 3. Emisi GRK Produksi CPO Golden Agri Resources

Lokasi	Emisi GRK (kg CO ₂ eq/tCPO)		
	Emisi terverifikasi	Emisi POME (Metode ISCC)	Total emisi
Sungai Rungau	359,00	436,25	795,25
Hanau	363,00	436,25	799,25
Sumatera Utara	416,00	436,25	848,53
Riau	475,00	436,25	907,68

Semua hasil perhitungan yang dilakukan di daerah Kalimantan, Sumatera Utara dan Riau menunjukkan kisaran emisi GRK pada angka 795-907 kgCO₂eq/tCPO. Emisi POME dari pabrik sawit berkontribusi lebih dari 50% terhadap total emisi GRK, kecuali emisi GRK di Riau. Rata-rata emisi di GAR adalah 837,7 kgCO₂eq/tCPO. Instalasi *methane capture* di PKS GAR memberikan angka penurunan emisi GRK sekitar 40-55% (GAR, 2018). Rata-rata angka emisi GRK dari seluruh perusahaan GAR, terlepas dari 4 lokasi tersebut, mengalami penurunan dari angka 765,7 kgCO₂eq/tCPO menjadi 391,8 kgCO₂eq/tCPO sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**. Dengan demikian emisi dari PKS yaitu POME adalah 373,9 kgCO₂eq/tCPO.

Gambar 3. Perbandingan Emisi GRK dengan Methane Capture di GAR (GAR, 2018).



Upaya penurunan emisi GRK melalui methane capture dan pemanfaatan biogas telah dilaksanakan di enam PKS (*Biogas Plant*) milik GAR dengan penurunan emisi mulai 23.733 tCO₂eq/tahun hingga 101.001 tCO₂eq/tahun untuk setiap lokasi seperti yang termuat di **Tabel 4**, dan pada tahun 2017 berhasil menurunkan emisi GRK sebesar 431.160,6 MTCO₂eq.

Tabel 4. Penurunan Emisi GRK dari Methane Capture GAR di Tahun 2017 (GAR, 2018)

No	Biogas Plant	ER (tCO ₂ eq.)
1	SRUF Biogas Plant	89,737.0
2	SMLF Plant	96,792.6
3	RRMF Biogas Plant	70,985.7
4	PRDF Biogas Plant	101,001.2
5	PLKF Biogas Plant	23,733.8
6	LIBF Biogas Plant	48,910.3
Total		431,160.6

GAR memiliki biodiesel plant di pulau Kalimantan dengan total kapasitas 300.000 ton per tahun. Akan tetapi tidak ada pelaporan emisi GRK dari produksi biodiesel di dalam Sustainability Report 2017 dari GAR.

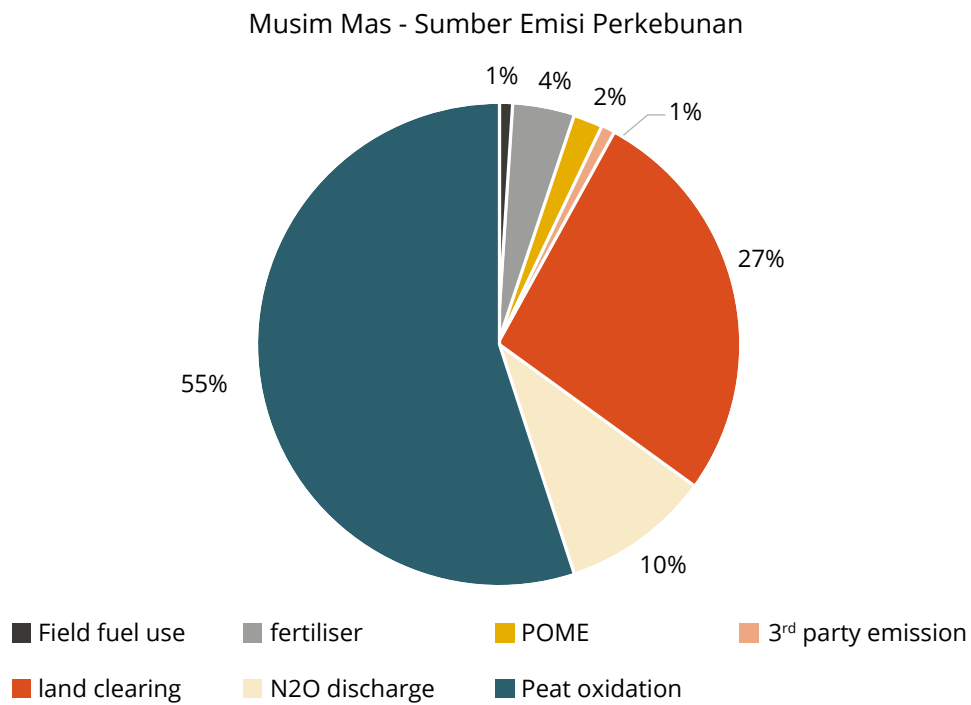
C. Musim Mas

Musim Mas memberikan pelaporan emisi GRK dalam Sustainability Report 2017 yang dihitung dengan menggunakan RSPO PalmGHG Calculator. TBS yang diolah Musim Mas diperoleh dari kebun sendiri (68%), kebun plasma (3%), dan kebun petani swadaya (29%) dengan total di tahun 2017 sebesar 3,3 juta ton TBS olah. OER Musim Mas adalah 22,60% di tahun 2017. Musim Mas melaporkan intensitas emisi GRK sebagai emisi grup. Dalam Sustainability Reportnya tidak ditampilkan emisi per PKS maupun lokasi. Adapun emisi grup berubah dari 3.330 kgCO₂eq/tCPO di tahun 2016 menjadi 3.390 kgCO₂eq/tCPO di tahun 2017.

Emisi GRK yang dilaporkan oleh Musim Mas memperhitungkan adanya emisi dari konversi lahan sesudah tahun 2005 dan emisi dari oksidasi gambut. Sumber emisi terbesar yang mewakili 92% dari total emisi, berasal dari oksidasi gambut (peat oxidation), pembukaan lahan (*land clearing*), dan N₂O. Proporsi emisi berdasarkan sumber ditampilkan dalam Gambar 4.

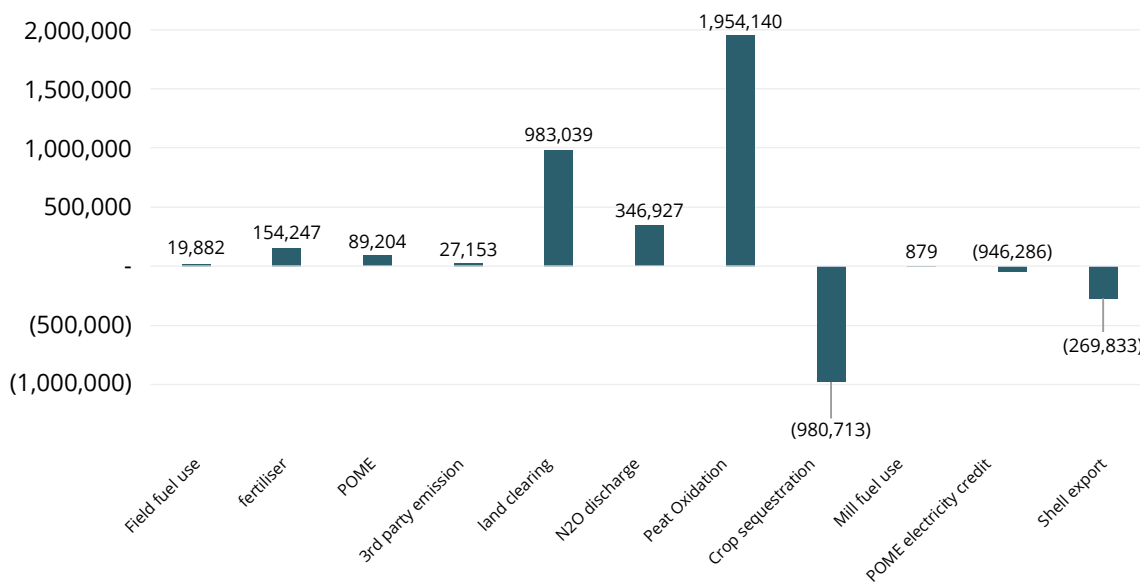


Gambar 4. Persentase Emisi Produksi CPO Musim Mas



Musim Mas telah melakukan instalasi *methane capture* dan menurunkan emisi GRK dari POME, sehingga persentase emisi dari POME turun menjadi 2% dari total emisi dan lebih kecil dari emisi pupuk. Biogas yang dihasilkan dari fasilitas *methane capture* telah dimanfaatkan untuk produksi listrik untuk penggunaan sendiri (*captive power*) dan penjualan *excess power* ke jaringan PLN. Hal ini terlihat dari adanya *emission credit* dari listrik dan penjualan cangkang (*shell*) sebagaimana ditampilkan dalam **Tabel 8**. Musim Mas memiliki 18 biofuel plants termasuk biodiesel plant. Akan tetapi Sustainability Report perusahaan tidak melaporkan emisi GRK dari aktivitas produksi biodiesel maupun intensitas emisi biodiesel.

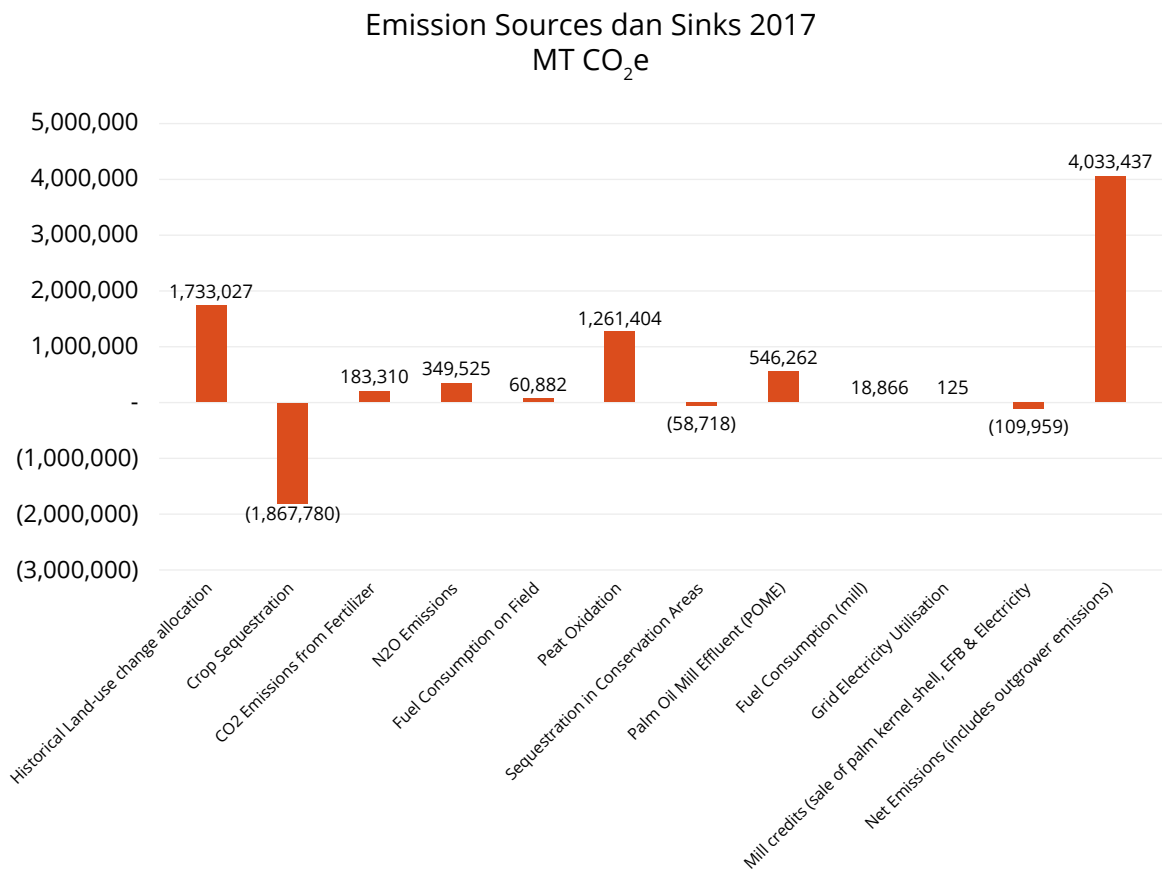
Gambar 5. Sumber Emisi GRK di Musim Mas

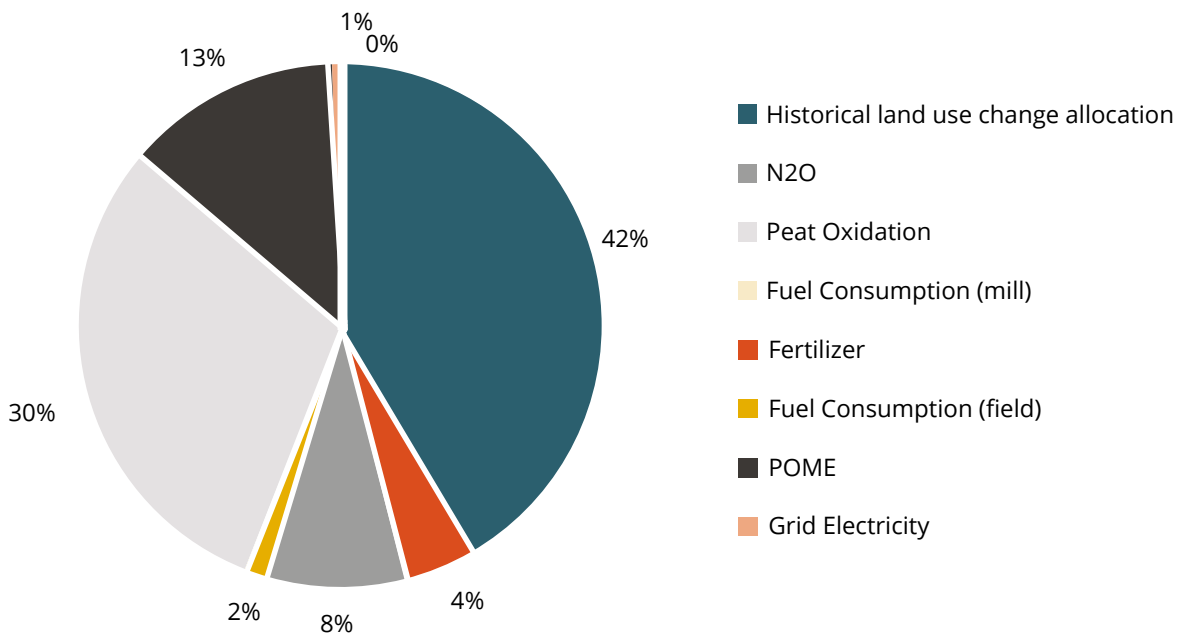


D. Wilmar International

Wilmar melaporkan dalam Sustainability Report 2017 bahwa angka emisi GRK dari produksi CPO 2,88 ton CO₂eq/tCPO dengan memperhitungkan LUC (Wilmar International, 2018). Sementara itu di dalam Sustainability Report 2016 angka emisi GRK 2,23t CO₂eq/tCPO. Dari total 4,14 juta tCO₂eq emisi GRK di tahun 2017 sesuai yang terdapat di **Gambar 6**, sektor alih fungsi lahan berkontribusi 1,73 juta CO₂eq, dan sektor gambut berkontribusi pada emisi 1,26 juta tCO₂eq. Angka ini di-*offset* oleh sektor penyerapan karbon (*carbon sequestration*) pada tanaman sawit dan pada tanaman konservasi masing-masing 1,87 juta MTCO₂eq dan 58.718 MTCO₂eq. Dengan produksi TBS sebesar 3.922.904 MT dan produksi CPO sebesar 1.742.618 MT di tahun 2017 maka rata-rata produktivitas TBS Wilmar sebesar 19,7 ton/ha, seperti yang termuat di **Tabel 5** dengan tingkat ekstraksi CPO terhadap TBS adalah 20%.

Gambar 6. Sumber Emisi GRK Wilmar International Tahun 2017 (Wilmar International, 2018)



Gambar 7. Persentase Sumber Emisi Perkebunan di Wilmar International

Melihat nilai produksi TBS dan CPO Wilmar, dapat disimpulkan bahwa pasokan TBS dari pihak eksternal jauh lebih besar daripada TBS produksi kebun sendiri. Diperlukan verifikasi ulang untuk mendapatkan angka TBS yang dibeli dari pihak luar karena tingkat ekstraksinya berbeda untuk tiap pemasok TBS, tergantung pada jenis benih dan praktik agronomi yang dilakukan. Namun demikian, hasil emisi GRK yang dilaporkan adalah hasil produksi TBS dan CPO yang diproduksi sendiri dan juga TBS dan CPO yang dipasok dari pihak ketiga atau petani swadaya.

Tabel 5. Data Produksi Wilmar International Tahun 2017 (Wilmar International, 2018)

Keterangan	Nilai
OER	20%
FFB yield (t FFB/ha)	19,7
Areal (ha)	229.456

Perbedaan emisi GRK pada tahun 2016 dan 2017 disebabkan karena adanya penambahan lahan gambut di areal perkebunan Wilmar International. Pada tahun 2017 tercatat area perkebunan dari gambut seluas 22.492 ha dibandingkan 22.187 ha area perkebunan dari gambut di tahun 2016. Menggunakan RSPO Palm GHG calculator, Wilmar Internasional melaporkan bahwa emisi GRK berdasarkan lokasi perkebunan Wilmar Internasional berada pada rentang 750 kgCO₂eq/tCPO hingga 16.040 kgCO₂eq/tCPO dengan emisi rata-rata di tahun 2017 adalah 2.880 kgCO₂eq/tCPO. Penambahan 305 ha lahan gambut di tahun 2017 memberi kontribusi pada peningkatan emisi total GRK dari 2.230 kgCO₂eq/tCPO di tahun 2016 menjadi 2.880 kgCO₂eq/tCPO di 2017.





Keempat perusahaan melaporkan emisi GRK yang berbeda, baik berdasarkan lokasi maupun group perusahaan. Rentang emisi GRK per ton CPO dari empat perusahaan disajikan dalam **Tabel 6**. Melihat pada **Tabel 6**, emisi GRK per ton CPO berada dalam rentang antar 0,56 tCO₂eq/tCPO hingga 16,04 tCO₂eq/tCPO. Perbedaan besar terjadi pada perusahaan yang memiliki konversi lahan sesudah tahun 2005 dan kebun di tanah gambut.

Tabel 6. Ringkasan Emisi GRK Perusahaan

Perusahaan	Emisi GRK (tCO ₂ eq./tCPO)	
	Rentang emisi	Rata-rata Perusahaan
GAR	0,80 – 0,91	0,84
Wilmar International	0,75 – 16,04	2,88
Asian Agri	0,56 – 16,04	n/a
Musim Mas	n/a	3,39

Meskipun tidak semua perusahaan memberikan rincian sumber emisi GRK, namun terlihat pola yang serupa di keempat perusahaan tersebut. Bagi perusahaan yang membuka lahan sesudah tahun 2005 dan kebun di tanah gambut, emisi terbesar dikontribusikan oleh kegiatan pembukaan lahan dan oksidasi gambut. Sumber emisi terbesar berikutnya adalah N₂O, POME, dan penggunaan pupuk.

3.2 Petani Swadaya

Berdasarkan perolehan data lapangan di Provinsi Riau dan Kalimantan Barat pada bulan Desember 2018, ditemukan beberapa hal menarik terkait emisi GRK dari sektor LUC, pemakaian pupuk dan pestisida di kebun, dan transportasi.

3.2.1 Emisi GRK dari Alih fungsi lahan (LUC)

Responden petani swadaya di Riau berasal dari dua kabupaten yaitu Pelalawan dan Siak, dan dipilih dua desa dari setiap kabupaten sebagai lokasi survei. Terdapat 16 responden dari empat desa yang memiliki kepemilikan lahan antara 1 ha hingga 20 ha, dengan lebih dari separuh responden memiliki lahan antara 2 dan 4 ha.

Responden di Kalimantan Barat dipilih dari Kabupaten Sintang dan Sanggau. Dua desa dipilih dari setiap kabupaten dan mendapatkan empat responden petani swadaya dari setiap desa, sehingga diperoleh total 16 responden dari Provinsi Kalimantan Barat. Responden petani swadaya di Kalimantan Barat memiliki lahan antara 1,7 ha hingga 32 ha, dengan mayoritas kepemilikan lahan 2-7 ha.

Tabel 7. Data Alih Fungsi Lahan Responden Petani Swadaya di Riau

No	Responden	Luas Lahan (hektar)	Lama Menguasai Lahan	Tahun Tanam		Sejarah Lahan
				Menghasilkan	Belum Menghasilkan	
Provinsi Riau						
1	Petani R.1	18	Antara 10-20 tahun	1997: 4 hektar		Semak Belukar
				2000: 7 hektar		
				2002: 7 hektar		
2	Petani R.2	2	Diatas 20 tahun	2005: 1 hektar		Kebun Karet
				2007: 1 hektar (gambut)		
3	Petani R.3	4	Turun temurun	1998: 4 hektar		Kebun karet
4	Petani R.4	2	Diatas 20 tahun	2007: 2 hektar		Hutan
5	Petani R.5	4	10-20 tahun	2004: 4 hektar		Semak belukar
6	Petani R.6	6	diatas 20 tahun	1994: 2 hektar		Hutan
				2005: 2 hektar		
				2010: 2 hektar		
7	Petani R.7	20	10-20 tahun	1996: 4 hektar		Semak belukar
				1998: 4 hektar		
				2000: 6 hektar		
				2002: 6 hektar		
8	Petani R.8	6	10-20 tahun	2005: 6 hektar		Semak belukar
9	Petani R.9	4	Turun temurun	1998: 4 hektar		Sawah
10	Petani R.10	4	Turun temurun	2014: 1,3 hektar	2015: 2,7 hektar	Sawah
11	Petani R.11	2	10-20 tahun	2004: 2 hektar		Semak Belukar
12	Petani R.12	1	Antara 10-20 tahun	2004: 1 hektar		Sawah
13	Petani R.13	2	Diatas 20 tahun	1999: 2 hektar		Semak Belukar
14	Petani R.14	3	Diatas 20 tahun	1999: 3 hektar		Semak Belukar
15	Petani R.15	10	Antara 10-20 tahun	2005: 10 hektar		Semak Belukar
16	Petani R.16	4	Diatas 20 tahun		2015: 4 hektar	Semak Belukar
	Total	92				

Data alih fungsi lahan (LUC) pada **Tabel 7** dan **Tabel 9** menunjukkan bahwa terdapat dua petani di Riau dan satu petani di Kalimantan Barat yang memiliki lahan sawit yang berasal dari hutan. Mayoritas kebun milik petani swadaya adalah lahan yang berasal dari kebun karet, semak belukar, dan ladang. Masa kepemilikan lahan eks hutan di Riau sudah lebih dari 20 tahun dan turun temurun untuk petani di Kalimantan Barat. Dengan demikian, perhitungan emisi GRK sudah tidak perlu memasukkan faktor alih fungsi lahan. Sesuai ketentuan ISCC, LUC tidak diperhitungkan untuk kebun sawit yang telah ada sebelum 1 Januari 2008. Sedangkan RSPO memperhitungkan LUC bila pembukaan lahan sawit dilakukan setelah tahun 2005. Untuk membuat perbandingan yang lebih baik antara petani swadaya dan perusahaan, maka LUC diperhitungkan setelah 2005.

**Tabel 8. Stok Karbon Biomassa dalam Palm GHG Calculator
(RSPO, RSPO GHG assessment procedure for new developments, 2016)**

Land cover classes	Carbon stocks in tonne C/ha
Primary forest	268
Logged forest	128
Tree Crop	75
Oil palm	57.5
Shrubland	46
Food crops	9
Grassland	5

Dari total 92 hektar lahan milik petani swadaya di Riau, terdapat 32 hektar kebun sawit yang ditanam setelah tahun 2005 untuk daerah Riau. Untuk daerah Kalimantan Barat, terdapat 42 hektar lahan kebun sawit yang dibuat sebelum 2005 dan sisanya 97,9 ha ditanam pada tahun 2005 dan setelahnya yang harus memperhitungkan emisi GRK dari LUC. Dalam analisis LUC, terdapat peralihan fungsi lahan pada petani swadaya sebelum kelapa sawit yakni hutan primer, hutan sekunder, tanaman keras, semak belukar, ladang palawija dan rerumputan, merujuk pada nilai stok karbon pada **Tabel 8**. Perhitungan gambut tidak dimasukkan karena tidak terdapat alih fungsi lahan gambut di areal perkebunan petani swadaya Riau dan Kalimantan Barat.



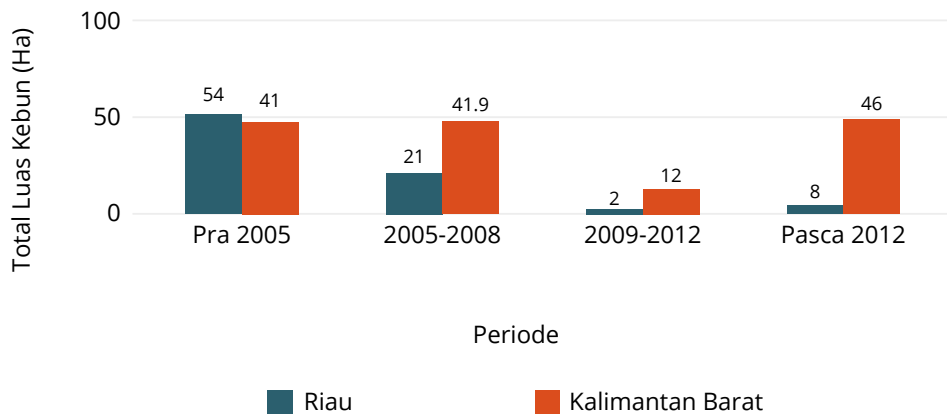
Tabel 9. Data Alih Fungsi Lahan Responden Petani Swadaya di Kalimantan Barat

No	Nama	Luas Lahan (hektar)	Lama Menguasai Lahan	Tahun Tanam		Sejarah Lahan
				Menghasilkan	Belum Menghasilkan	
Provinsi Kalimantan Barat						
1	Petani K.1	12	Diatas 20 tahun	2006: 8 hektar	2017: 4 hektar	Kebun Karet
2	Petani K.2	11	Turun temurun	2005: 4 hektar		Kebun Karet
				2007: 7 hektar		
3	Petani K.3	7	Dibawah 10 tahun	2008: 3 hektar		Semak belukar
4	Petani K.4	2	Dibawah 10 tahun	1997: 1 hektar	2015: 1 hektar	Semak Belukar
5	Petani K.5	2	Antara 10-20 tahun	2007: 2 hektar		Ladang dan semak
6	Petani K.6	10	Antara 10-20 tahun	2012: 6 hektar	2016: 4 hektar	Semak Belukar
7	Petani K.7	18	Dibawah 10 tahun dan antara 10-20	1997: 14 hektar	2015: 4 hektar	Ladang dan semak
8	Petani K.8	4	Diatas 20 tahun	1997: 4 hektar		Ladang dan semak
9	Petani K.9	6	Turun temurun	2007: 6 hektar		Hutan
10	Petani K.10	2,3	Antara 10-20 tahun	2008: 2,3 hektar		Semak Belukar
11	Petani K.11	1,7	Antara 10-20 tahun	1999: 1,7 hektar		Kebun Karet
12	Petani K.12	3,6	Antara 10-20 tahun	1999: 2 hektar	2007: 1,6 hektar	Semak Belukar
13	Petani K.13	2,3	Turun menurun	2000: 2,3 hektar		Ladang dan semak
14	Petani K.14	2	Antara 10-20 tahun	2008: 2 hektar		Ladang dan semak
15	Petani K.15	32	Antara 10-20 dan dibawah 10 tahun	1999: 4 hektar; 2008: 4 hektar	2011: 6 hektar	Semak Belukar
					2012: 6 hektar	
					2013: 6 hektar	
					2014: 4 hektar	
					2017: 2 hektar	
16	Petani K.16	24	Turun temurun	1992: 5 hektar; 1995: 2 hektar; 2002: 2 hektar	2015: 15 hektar	Ladang dan semak
						Semak Belukar
						Kebun Karet
	total	139.9				

Data yang diperoleh dari responden di dua provinsi menunjukkan total luasan lahan 231,9ha. Dari total luas lahan tersebut, 42% atau 92 ha dibuka sebelum tahun 2005, 28% atau 62,9 ha dibuka antara 2005 dan 2008, 6% atau 14 ha pada 2009-2012, dan 24% atau 54 ha dibuka setelah tahun 2012. Sebaran pembukaan luas lahan berdasarkan periode tahun di Provinsi Riau dan Kalimantan Barat ditampilkan pada **Gambar 8**.

Gambar 8. Sebaran Lahan Petani Swadaya Berdasarkan Tahun Tanam

Pembukaan Lahan oleh Petani Swadaya Berdasarkan Tahun (Ha)



3.2.2 Emisi GRK dari kebun

Emisi GRK dari kebun dihitung sebagai jumlah emisi GRK yang dihasilkan selama aktivitas kebun dalam setahun dibagi dengan produktivitas kebun yakni jumlah TBS yang dihasilkan. Angka produktivitas TBS sangat tergantung pada jenis bibit yang digunakan serta pemakaian pupuk dan pestisida. **Tabel 10** menunjukkan produksi TBS milik petani swadaya di Provinsi Riau. Produktivitas terendah adalah 6 ton TBS/ha/tahun dan produktivitas tertinggi adalah 18 ton TBS/ha/tahun. Tiga petani memiliki produktivitas 6 ton TBS/ha/tahun dan hanya empat petani yang memiliki produktivitas di atas 10 ton TBS/ha/tahun. Separuh dari responden, yakni 8 petani, memiliki produktivitas antara 6-10 ton TBS/ha/tahun. Satu petani tidak memiliki informasi terkait hal ini karena tanaman belum menghasilkan buah. Adapun total produksi yang dihasilkan adalah 960,6 ton TBS untuk luasan 92 hektar sehingga diperoleh rerata 10,4 ton TBS/ha/tahun. Tingkat produktivitas petani swadaya di Riau hanya separuh dari rata-rata produktivitas kebun Wilmar yakni 19,7 ton TBS/ha (Wilmar International, 2018) dan GAR 20,5 ton TBS/ha (GAR, 2018).



Tabel 10. Produktivitas Petani Swadaya di Riau

No	Nama	Luas Lahan (ha)	Siklus Panen/ Bulan	Produktivitas/ bulan (ton TBS/ha)	Asal Bibit	Jenis bibit	Yield (ton TBS/ ha/ tahun)	Produksi (tTBS)
Provinsi Riau								
1	Petani R.1	18	3 kali	1,5	Semai	Non hibrida	18	324
2	Petani R.2	2	2 kali	1	PT. Guna Dodos	Hibrida	12	24
3	Petani R.3	4	per 20 hari	0,625	PT. Guna Dodos & semai	Hibrida dan non	7,5	30
4	Petani R.4	2	per 20 hari	0,5	PT. Guna Dodos	Hibrida	6	12
5	Petani R.5	4	3 kali	1,25	Semai	Non hibrida	15	60
6	Petani R.6	6	3 kali	0,75	Semai	Non hibrida	9	54
7	Petani R.7	20	3 kali	0.7	Semai	Non hibrida	8,4	168
8	Petani R.8	6	2 kali	1	PT. Guna Dodos	Hibrida	12	72
9	Petani R.9	4	2 kali	1,25	PT. Guna Dodos	Hibrida	15	60
10	Petani R.10	4	2 kali	0,5	KKPA	Hibrida	6	24
11	Petani R.11	2	2 kali	0,75	Dinas Perkebunan	Hibrida	9	18
12	Petani R.12	1	2 kali	0,7	Pemberian individu	Hibrida	8,4	8.4
13	Petani R.13	2	2 kali	0,8	Semai	Non hibrida	9,6	19.2
14	Petani R.14	3	2 kali	0,75	Semai	Non hibrida	9	27
15	Petani R.15	10	2 kali	0,5	Semai	Non hibrida	6	60
16	Petani R.16	4	n/a	n/a	Agen	Non hibrida	n/a	n/a
	total	92						960.6

Catatan: Petani R.16 tanaman belum menghasilkan

Produktivitas kebun sawit milik petani swadaya di Kalimantan Barat berkisar antara 6 hingga 19,6 ton TBS/ha setiap tahunnya dengan rata-rata 13,5 ton TBS/ha/tahun. Angka rata-rata tersebut relatif lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata produktivitas petani swadaya di Riau. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti usia tanaman sawit dalam masa produktif di Kalimantan Barat dengan tahun tanam yang relatif usia muda (usia 7-15 tahun), dibandingkan di Riau yang tahun tanam sudah memasuki relatif usia tua (usia 15- 27 tahun) dan perlu dilakukan peremajaan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 10** dan **Tabel 11**. Selain itu faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman sawit adalah konsumsi pemakaian pupuk yang relatif lebih baik di Kalimantan Barat dibandingkan di Riau.

Meskipun produktivitas petani swadaya di Kalimantan Barat lebih baik dibandingkan petani swadaya di Riau, namun rata-rata umum produktivitas petani di kedua provinsi adalah 20% hingga 50% di bawah produktivitas perusahaan sawit. Satu petani swadaya di Kalimantan Barat memiliki produktivitas lahan mendekati produktivitas perusahaan sawit yaitu 19,6 ton/ha/tahun.

Selain dari kualitas bibit, rendahnya produktivitas juga bisa disebabkan oleh pemakaian pupuk di perkebunan petani swadaya. Pemakaian pupuk di kalangan petani swadaya sangat dipengaruhi oleh faktor pengetahuan tentang good agricultural practice (GAP) dan kemampuan keuangan masing-masing petani.

Tabel 11. Produktivitas Petani Swadaya di Kalimantan Barat

No	Nama	Luas Lahan (ha)	Siklus Panen/ Bulan	Produktivitas/ bulan (ton TBS/ha)	Asal Bibit	Jenis bibit	Yield (ton TBS/ ha/ tahun)	Produksi (tTBS)
Provinsi Kalimantan Barat								
1	Petani K.1	12	2 kali	1	Semai	Non hibrida	12	144
2	Petani K.2	11	2 kali	1,1	PPKS Perindo	Hibrida	13,2	145,2
3	Petani K.3	7	2 kali	1	PPKS Perindo	Hibrida	12	84
4	Petani K.4	2	2 kali	1,25	Lyman Agro	Hibrida	15	30
5	Petani K.5	2	2 kali	1,25	Dinas Perkebunan	Hibrida	15	30
6	Petani K.6	10	2 kali	1	PPKS Perindo	Hibrida	12	120
7	Petani K.7	18	2 kali	1	Perusahaan	Hibrida	12	216
8	Petani K.8	4	2 kali	0,5	Lyman Agro	Hibrida	6	24
9	Petani K.9	6	2 kali	0,5	PPKS Perindo	Hibrida	6	36
10	Petani K.10	2,3	2 kali	0,7	Perusahaan	Tidak tahu	8,4	19,32
11	Petani K.11	1,7	2 kali	1,25	PPKS Parindu	Hibrida	8,8	14,96
12	Petani K.12	3,6	2 kali	0,75	PPKSP parindu	Hibrida	9	32,4
13	Petani K.13	2,3	1 kali	1	PTPN 13	Hibrida	12	27,6
14	Petani K.14	2	2 kali	0,75	Dinas Perkebunan	Hibrida	9	18
15	Petani K.15	32	2 kali	1,4	PPKS Parindu	Hibrida	14,8	473,6
16	Petani K.16	24	2 kali	1,6	PPKS Parindu	Hibrida	19,6	470,4
	total	139,9						1.885,48

Adapun emisi dari pupuk merujuk pada **Tabel 12** berdasarkan pada data dari ISCC (ISCC, 2016). Konsumsi pupuk dan pestisida ditunjukkan pada **Tabel 13** dan **Tabel 14** untuk masing-masing petani swadaya di daerah Riau dan Kalimantan Barat. Konsumsi pestisida merujuk pada kilogram bahan aktif yang terkandung dalam pestisida, maka kepadatan (densitas) pestisida diasumsikan serupa dengan air yaitu 1 kilogram setara dengan 1 liter.

Tabel 12. Faktor Emisi GRK dari Pupuk dan Pestisida (ISCC, 2016).

Materials	value	Unit	Source
N-fertilizer	5,881	kgCO ₂ eq/kg	European Commision
P ₂ O ₅ -fertilizer (Diammonium Phosphate)	1,011	kgCO ₂ eq/kg	European Commision / ISCC
K ₂ O-fertilizer (Pupuk MOP)	0,576	kgCO ₂ eq/kg	Ecoinvent 2010 / ISCC
Urea	1,92	kgCO ₂ eq/kg	Biograce 2011 / ISCC
TSP	0,54	kgCO ₂ eq/kg	Biograce 2014 / ISCC
Rock Phosphate	0,09	kgCO ₂ eq/kg	Biograce 2015 / ISCC
Pestisida	10,97	kgCO ₂ eq/kg air	European Commision / ISCC

Pemakaian pupuk di kalangan petani swadaya bervariasi dalam hal jenis dan kuantitas. Jenis pupuk yang digunakan meliputi pupuk organik dan anorganik yang diperoleh dari toko pupuk dan koperasi. Pupuk organik yang digunakan petani terdiri atas janjang kosong dan pupuk kompos dari kotoran hewan ternak contohnya kotoran sapi. Petani swadaya di Provinsi Kalimantan Barat dan Riau menggunakan pestisida antara 4 liter hingga 180 liter per tahun, namun beberapa petani tidak menggunakan pestisida sama sekali.



Tabel 13. Penggunaan Pupuk dan Pestisida Petani Swadaya di Riau

No	Nama	Asal Pupuk	Jenis pupuk (kg)/ha/tahun							
			NPK	N	P2O5	K2O	Urea	Pesticide (L)	Pesticide a.i. (L)	Lainnya
Provinsi Riau										
1	Petani R.1	Toko		0	0	0	600			Jangkos 200 kg/4bulan
2	Petani R.2	Toko	675	101,25	101,25	101,25		Round up 4	1,44	
3	Petani R.3	Toko		0	0	0		Round up 4	1,44	Pupuk kandang 300 kg/tahun
4	Petani R.4	Toko		0	0	0	50	Gramoxone 7	1,4	
5	Petani R.5	toko	1000	150	150	150	500	Round Up 60	21,6	
6	Petani R.6	Toko		0	0	0	1200			Jangkos 2 ton/tahun
7	Petani R.7	toko	150	22,5	22,5	22,5	150			
8	Petani R.8	toko	300	45	45	45		Gramoxone 40	8	Kieserite 150 kg/6 bulan
9	Petani R.9	toko		0	0	0	600	Gramoxone 25	5	Jangkos
10	Petani R.10	toko		0	0	0	600	Gramoxone 15	3	TSP 150 kg/6 bulan
11	Petani R.11	Toko		0	0	0	400	Round up 1	0,36	RP 200 kg/6 bulan
12	Petani R.12	toko		0	0	0	800			
13	Petani R.13	toko		0	0	0		Round up 20	7,2	Kompos 130 kg/3 bulan
14	Petani R.14	toko	1200	180	180	180		Round Up 5	1,8	
15	Petani R.15	Toko		0	0	0				Jangkos 300kg
16	Petani R.16	Toko		0,0	0,0	0,0				
Total (kg)			3.325,0	498,8	498,8	498,8	4.900,0		51,2	TSP 300 kg dan RP 400 kg
GHG (kgCO2eq)				2.933,1	504,2	287,3	9.408,0		562,1	198,0

Emisi GRK berasal dari pemakaian pupuk oleh petani swadaya di Riau pada **Tabel 13** menunjukkan terdapat pemakaian pupuk organik yaitu jangkas kosong dan pupuk kandang sebagai tambahan

dari pupuk anorganik NPK, urea, dolomite, dll. Bahkan ada petani yang hanya menggunakan pupuk kandang untuk kebunnya. Dengan total emisi GRK 13,69 ton CO₂eq dan total TBS yang diproduksi 960,9 ton maka angka emisi GRK untuk petani swadaya di Riau adalah 14,26 kg CO₂eq/ton TBS. Petani menggunakan pupuk NPK dengan kandungan yang berbeda, namun, dalam perhitungan ini asumsi pupuk NPK yang dipergunakan adalah yang mengandung 15% berat N, 15% berat P₂O₅ dan 15% berat K₂O. Adapun komponen pupuk NPK yang lain yaitu Sulphur dan Seng diabaikan karena persentase beratnya relatif kecil yakni masing-masing 9% dan 0,002%, dan juga karena tidak termasuk dalam emisi factor ISCC.

Emisi GRK yang berasal dari pemakaian pupuk oleh petani swadaya di Kalimantan Barat ditunjukkan pada **Tabel 14**. Petani swadaya di Kalimantan Barat menggunakan pupuk anorganik, tanpa penambahan atau dikombinasikan dengan pupuk organik. Dari data pada Tabel 18 maka diperoleh angka emisi GRK yakni 28,03 ton CO₂eq. Dengan total produksi 1.885,48 ton TBS maka emisi GRK untuk pemakaian pupuk petani swadaya di Kalimantan Barat adalah 14,87 kgCO₂eq/ton TBS. Angka ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan emisi GRK dari konsumsi pupuk oleh petani swadaya di Riau.

Tabel 14. Penggunaan Pupuk dan Pestisida Petani Swadaya di Kalimantan Barat

No	Nama	Asal Pupuk	Jenis pupuk (kg)/ha/tahun							
			NPK	N	P2O5	K2O	Urea	Pesticide (L)	Pesticide a.i.(L)	Lainnya
Provinsi Kalimantan Barat										
1	Petani K.1	Toko	600	90	90	90	600	Round up 180, Gramoxone 150	94,8	
2	Petani K.2	Toko	600	90	90	90	600			
3	Petani K.3	Toko	600	90	90	90	2400			
4	Petani K.4	Toko	1000	150	150	150		Round up 20	7,2	
5	Petani K.5	Toko		0	0	0				
6	Petani K.6	Toko	900	135	135	135	900	Roundup 30, Gramoxone 30	16,8	
7	Petani K.7	Toko	600	90	90	90		Gramoxone 10	2	
8	Petani K.8	Toko	300	45	45	45	300	Gramoxone 20	4	
9	Petani K.9	Toko	800	120	120	120		Gramoxone 12	2,4	
10	Petani K.10	Toko	300	45	45	45	350	Gramoxone 12, Roundup 12	6,72	
11	Petani K.11	Koperasi	1500	225	225	225	500			
12	Petani K.12	Koperasi	1000	150	150	150	500	Gramoxone 10, Roundup 5	3,8	
13	Petani K.13	Koperasi	1000	150	150	150		Gramoxone 48	9,6	
14	Petani K.14	Koperasi	350	52,5	52,5	52,5	400	Gramoxone 15, Roundup 15	8,4	
15	Petani K.15	Toko	798	119,7	119,7	119,7	708	Round up 48, Supretox 48	26,88	TSP 133kg/ 4 bulan
16	Petani K.16	Toko	133,00	19,95	19,95	19,95	133,00	Round up 24	8,64	
Total (kg)			10.481,0	1.572,2	1.572,2	1.572,2	7.391,0		191,2	TSP 399 kg
GHG (kgCO₂eq.)				9.244,2	1.587,9	911,8	14.190,7		2.097,9	215,5

Dari **Tabel 15** diperoleh total emisi GRK di sektor transportasi pengangkutan untuk petani swadaya di Riau adalah 106.556,4 tCO₂eq. Dengan total produksi 960,6 ton TBS maka diperoleh angka emisi GRK untuk transport TBS petani swadaya di Riau adalah 110,9 kgCO₂eq/ton TBS. Transportasi TBS menuju PKS atau pengepul di Kalimantan Barat ditunjukkan pada **Tabel 16**. Total emisi GRK transportasi petani swadaya Kalimantan Barat adalah 136,85 ton CO₂eq untuk mengangkut 1.885,5 ton TBS sehingga diperoleh emisi GRK untuk transportasi TBS di Kalimantan Barat adalah 72,6 kgCO₂eq/ton TBS. Berdasarkan perhitungan emisi GRK transportasi dapat dilihat meskipun jarak rata-rata kebun petani swadaya menuju pengepul atau PKS di Riau lebih dekat dibandingkan di Kalimantan Barat, namun emisi GRK per ton TBS dari sektor transportasi lebih tinggi di Provinsi Riau. Emisi GRK transport petani swadaya Riau lebih tinggi dibandingkan Kalimantan Barat. Hal ini disebabkan oleh produktivitas responden Kalimantan Barat yang lebih tinggi, sehingga muatan (tonnase) per truk per trip menjadi lebih efisien dan truk memuat lebih banyak TBS untuk setiap trip.

Tabel 16. Transportasi TBS Menuju PKS pada Petani Swadaya di Kalimantan Barat

No	Nama	Jarak Penjualan TBS (km)			Rata-rata	Diesel (L/ton TBS)	Produksi (t TBS)	Total diesel (L)	Emisi GRK (kgCO ₂ eq.)
		PKS	Pengepul	Koperasi					
Provinsi Kalimantan Barat									
1	Petani K.1	50			100	34,5	144,0	4.965,5	1.559,7
2	Petani K.2	50			100	34,5	145,2	5.006,9	15.721,7
3	Petani K.3	50			100	34,5	84,0	2.896,6	9.095,2
4	Petani K.4	42			84	29,0	30,0	869,0	2.728,6
5	Petani K.5	6	2		8	2,8	30,0	82,8	259,9
6	Petani K.6	42			84	29,0	120,0	3.475,9	10.914,2
7	Petani K.7	42			84	29,0	216,0	625,6	19.645,6
8	Petani K.8	42			84	29,0	24,0	695,2	2.182,8
9	Petani K.9	50			100	34,5	36,0	1.241,4	3.897,9
10	Petani K.10	7	2		9	3,1	19,3	60,0	188,3
11	Petani K.11	20			40	13,8	15,0	206,3	647,9
12	Petani K.12	20	15		35	12,1	32,4	391,0	1.227,8
13	Petani K.13		1		2	0,7	27,6	19,0	59,8
14	Petani K.14	6	2		8	2,8	18,0	49,7	155,9
15	Petani K.15	5	5	5	10	3,4	473,6	1.633,1	5.127,9
16	Petani K.16	15-50	10-40	10-20	97	33,4	470,4	15.734,1	49.405,0
Total							1.885,5		136.850,2



Deforestation in Papua
© Ardiles Rante/Greenpeace



3.3 Penyulingan dan Blending

Pada tahapan penyulingan dan *blending*, berdasarkan pada referensi studi yang dilakukan pada tahun 2010, diperoleh data material yang dipakai untuk pengolahan CPO menjadi biodiesel di refinery dan blending biodiesel dengan bahan bakar solar diesel (Nazir & Setyaningsih, 2010). Untuk keperluan penghitungan total emisi, faktor emisi GRK biodiesel di tahap ini merujuk pada ISCC, dalam dokumen panduan penghitungan GRK dari ISCC yang memuat daftar faktor emisi GRK produksi biodiesel (ISCC, 2016). Untuk penghitungan konversi CPO menjadi biodiesel, studi dari Silalertruksa & Gheewala (2012) menyatakan bahwa diperlukan 0,832 Kg CPO untuk memproduksi 1 liter biodiesel dengan muatan energi (*energy content*) sebesar 33,5 MJ/L.

Tabel 17. Material untuk Memproduksi 1kg Biodiesel (Nazir & Setyaningsih, 2010)

Aktivitas	Material	Nilai	Unit	Nilai GHG (kgCO ₂ eq/ kg biodiesel)	Nilai GHG (kgCO ₂ eq/ l biodiesel)
Refinery	Methanol	0,09892	Kg	0,12	0,11
	NaOH	0,00998	Kg	0,00	0,00
	Electricity	0,036826	KWh	0,03	0,03
	Steam	0,18	Kg	0,00	0,00
Total refinery				0,17	0,15
Blending	Truck	60	km		
	Diesel	0,021	liter	0,07	0,06

Tabel 18. Faktor Emisi Material Penyulingan dan Blending (ISCC 205 Greenhouse Gas Emissions, 2016)

Material	Nilai	Unit	Sumber Rujukan
Methanol	1,25	kgCO ₂ eq/kg	BLE 2010
NaOH	0,47	kgCO ₂ eq/kg	Biograce 2011
Electricity	0,9	kgCO ₂ eq/KWh	Ecoinvent 2010
Steam	0,02	kgCO ₂ eq/KWh	Biograce 2011
Truck	0,49	L/ km	BLE 2010
Diesel oil	3,14	kgCO ₂ eq/L	Biograce 2011

Tabel 19. Faktor Konversi CPO dan Biodiesel (Silalertruksa & Gheewala, 2012)

Material	Nilai
CPO	0,832 kg/L biodiesel
Biodiesel density	0,88 kg/L
Biodiesel energy content	38,07 MJ/ kg
	33,5 MJ/L

Kandungan energi biodiesel adalah 38,07 MJ/kg atau 33,5 MJ/L, lebih rendah dibandingkan kandungan energi minyak diesel yaitu 45,6 MJ/kg atau 38,6 MJ/L⁹. Karena kandungan energi biodiesel lebih rendah, maka konsumsi bahan bakar biodiesel spesifik cenderung lebih besar dibandingkan minyak diesel.

3.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca

Total emisi GRK dalam kajian ini dihitung dengan metode LCA menggunakan data yang diperoleh dari responden perusahaan dan petani swadaya di Provinsi Riau dan Kalimantan Barat. Untuk perhitungan emisi GRK petani swadaya, mengingat petani swadaya berkontribusi pada rantai pasokan hingga ke PKS saja, maka penghitungan emisi dari titik pabrik CPO hingga blending B20 menggunakan asumsi dan angka dari data perusahaan. Dalam kajian ini, terdapat beberapa data terkait petani swadaya yang tidak dapat diperoleh. Sebagai contoh, data *CPO extraction rate* untuk petani swadaya tidak dapat diperoleh dari petani sehingga digunakan *extraction rate* perusahaan yaitu 20% dalam kajian ini. Total area yang digunakan dalam studi memperhitungkan luasan kebun responden perusahaan dan petani swadaya dengan total 770.058,9 ha, di mana persentase petani swadaya adalah 0,03% dari keseluruhan lahan yang menjadi kajian.

Tabel 20. Luas Area Kebun dan OER

Produsen	Area (ha)	CPO Extraction Rate (OER) %
Petani swadaya Riau	92	20,0
Petani swadaya Kalimantan Barat	139,9	20,0
Asian Agri	93.574	n/a
GAR	502.847	19,2
Musim Mas	194.204	22,6
Wilmar International	263.980	20,0

Total area serta asumsi yang dipergunakan untuk perhitungan emisi GRK ini disajikan di **Tabel 20**. Total emisi GRK di setiap proses produksi mulai dari LUC hingga *blending station* menjadi biodiesel oleh perusahaan dan petani swadaya ditunjukkan di **Tabel 21** dan **Tabel 22**. Perlu diperhatikan bahwa LUC yang dijelaskan di bagian 3.1 hanya diperhitungkan untuk kebun sawit yang dibuka setelah tahun 2005 merujuk pada kriteria sertifikasi RSPO. Asian Agri, Musim Mas dan Wilmar International memperhitungkan emisi dari LUC setelah tahun 2005. GAR tidak memiliki kebun yang dibuka pada atau setelah November 2005, sehingga tidak memasukkan LUC sesuai dengan peraturan RSPO. Sustainability Report perusahaan ada yang menampilkan rincian emisi GRK per sumber emisi di tahap perkebunan dan PKS, namun pelaporan intensitas emisi hanya dilakukan berdasar output per ton CPO. Berdasarkan data yang disajikan dalam Sustainability Report, hanya intensitas emisi dari Wilmar International yang dapat ditampilkan sesuai sumber emisi dengan melakukan penghitungan mundur. Intensitas emisi Wilmar yang digunakan adalah emisi GRK perusahaan secara keseluruhan. Asian Agri melaporkan intensitas emisi berdasarkan area, antara 230 dan 16.040 kgCO₂eq/tCPO, namun tidak menampilkan angka keseluruhan perusahaan. Dalam kajian ini, emisi perkebunan Asian Agri menggunakan data dari area Riau yang menggunakan tanah mineral dengan emisi GRK 700 kgCO₂eq/tCPO dan tanah gambut 9.380 kgCO₂eq/tCPO. Emisi GRK Produksi B20 oleh empat perusahaan menunjukkan hasil antara 2,67 kgCO₂eq/l B20 hingga 4,11 kgCO₂eq/l B20

Tabel 21. Emisi GRK Produksi Biodiesel oleh Perusahaan

Sumber Emisi GRK		Asian Agri		GAR	Musim Mas	Wilmar	Unit
Jenis tanah		Mineral	Peat dev	No peat	Peat dev	Peat dev	
Alih fungsi lahan	hutan primer	n.a	n.a	n.a	n.a	1200	kg CO ₂ eq/ t TBS
	hutan sekunder	n.a	n.a	n.a	n.a		kg CO ₂ eq/ t TBS
	karet	n.a	n.a	n.a	n.a		kg CO ₂ eq/ t CPO
	semak belukar	n.a	n.a	n.a	n.a		kg CO ₂ eq/ t TBS
	ladang	n.a	n.a	n.a	n.a		kg CO ₂ eq/ t TBS
	rumpun	n.a	n.a	n.a	n.a		kg CO ₂ eq/ t TBS
Peat	good management	n.a	n.a	n.a	n.a	870	kg CO ₂ eq/ t CPO
Machinery		-	-	-	-	-	kg CO ₂ eq/ t TBS
Kebun	fertilizer +pest	-	-	-	-	370	kg CO ₂ eq/ t TBS
Transport	diesel	-	-	-	-	40	kg CO ₂ eq/ t TBS
Total kebun		-	-	-	-	-	kg CO ₂ eq/ t TBS
		-	-	-	-	2.490	kg CO ₂ eq/ t CPO
		-	-	-	-	-	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
PKS	Fuel					10	kg CO ₂ eq/ t CPO
PKS	POME	n/a	9.380	373,9	n/a	390	kg CO ₂ eq/ t CPO
PKS	POME	-	-	0,31	-	-	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total Perkebunan		700	9.380	837,8	3390	2,880	kg CO ₂ eq/ t CPO
Total Perkebunan		0,58	7,80	0,7	2,82	2.4	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Refinery	Methanol	0,109	0,109	0,109	0,109	0.109	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
	NaOH	0,004	0,004	0,004	0,004	0.004	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
	Electricity	0,029	0,029	0,029	0,029	0.029	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
	Steam	0,003	0,003	0,003	0,003	0.003	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total Refinery		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total biodiesel		0,73	7,95	0,84	2,97	2.54	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Blending	diesel	0,06	0,06	0,06	0,06	0.06	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total biodiesel+blend		0,79	8,01	0,9	3,03	2.6	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Diesel Fuel		3,14	3,14	3,14	3,14	3.14	kgCO ₂ eq/L diesel
Total B20		2,67	4,11	2,69	3,12	3.03	kg CO ₂ eq/ L B20

Tabel 22. Emisi GRK Produksi Biodiesel oleh Petani Swadaya

Sumber emisi GRK		Petani Swadaya				Unit
		Riau (No LUC)		Kalimantan Barat (No LUC)		
Jenis tanah		mineral	peat	mineral	peat	
Alih fungsi lahan	hutan primer	n.a	n.a	n.a	n.a	kg CO ₂ eq/ t TBS
	hutan sekunder	n.a	n.a	n.a	n.a	kg CO ₂ eq/ t TBS
	karet	n.a	n.a	n.a	n.a	kg CO ₂ eq/ t TBS
	semak belukar	n.a	n.a	n.a	n.a	kg CO ₂ eq/ t TBS
	ladang	n.a	n.a	n.a	n.a	kg CO ₂ eq/ t TBS
	rumput	n.a	n.a	n.a	n.a	kg CO ₂ eq/ t TBS
Peat	good management	n.a	5.229,89	n.a	4.050,45	kg CO ₂ eq/ t TBS
Machinery		27,97	27,97	21,66	21,66	kg CO ₂ eq/ t TBS
Kebun	fertilizer +pest	14,25	14,25	14,87	14,87	kg CO ₂ eq/ t TBS
Transport	diesel	110,9	110,9	72,6	72,6	kg CO ₂ eq/ t TBS
Total kebun		153,12	5.383,01	109,13	4.159,58	kg CO ₂ eq/ t TBS
		765,6	26.915,05	545,65	20.797,9	kg CO ₂ eq/ t CPO
		0,64	22,39	0,45	17,3	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
PKS	POME	373,9	373,9	373,9	373,9	kg CO ₂ eq/ t CPO
PKS	POME	0,31	0,31	0,31	0,31	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total Perkebunan		1.139,5	27.288,95	919,55	21.171,8	kg CO ₂ eq/ t CPO
Total Perkebunan		0,95	22,7	0,77	17,61	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Refinery	Methanol	0,11	0,11	0,11	0,11	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
	NaOH	0,004	0,004	0,004	0,004	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
	Electricity	0,029	0,029	0,029	0,029	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
	Steam	0,003	0,003	0,003	0,003	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total Refinery		0,15	0,15	0,15	0,15	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total biodiesel		1,09	22,85	0,91	17,76	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Blending	diesel	0,06	0,06	0,06	0,06	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Total biodiesel+blend		1,15	22,91	0,97	17,82	kg CO ₂ eq/ L biodiesel
Diesel Fuel		3,14	3,14	3,14	3,14	kgCO ₂ eq/L diesel
Total B20		2,74	7,09	2,71	6,08	kg CO ₂ eq/ L B20

Keterangan: Biodiesel density 0,88 kg/L

Apabila tidak terdapat pengembangan lahan sawit dari gambut dan dengan asumsi semua pengembangan lahan bersumber pada jenis tanah mineral, emisi dari petani swadaya Riau dan Kalimantan Barat secara berurutan adalah 2,74 kg CO₂eq/L B20 dan 2,71 kg CO₂eq/L B20. Faktor pembeda terdapat pada jenis tanah untuk petani swadaya yakni mineral atau gambut. Apabila seluruh kebun sawit petani swadaya dikembangkan di lahan gambut maka akan terjadi lonjakan emisi GRK hingga 6,08 kg CO₂eq/L B20 untuk Kalimantan Barat dan 7,09 kg CO₂eq/L B20 untuk Riau. Emisi petani swadaya tersebut berada pada rentang emisi GRK perusahaan yaitu 2,67 kg CO₂eq/L B20 untuk non-gambut, namun lebih rendah dari perusahaan dengan pengembangan kebun perusahaan di lahan gambut yaitu 3,03 dan 4,11 kg CO₂eq/L B20.

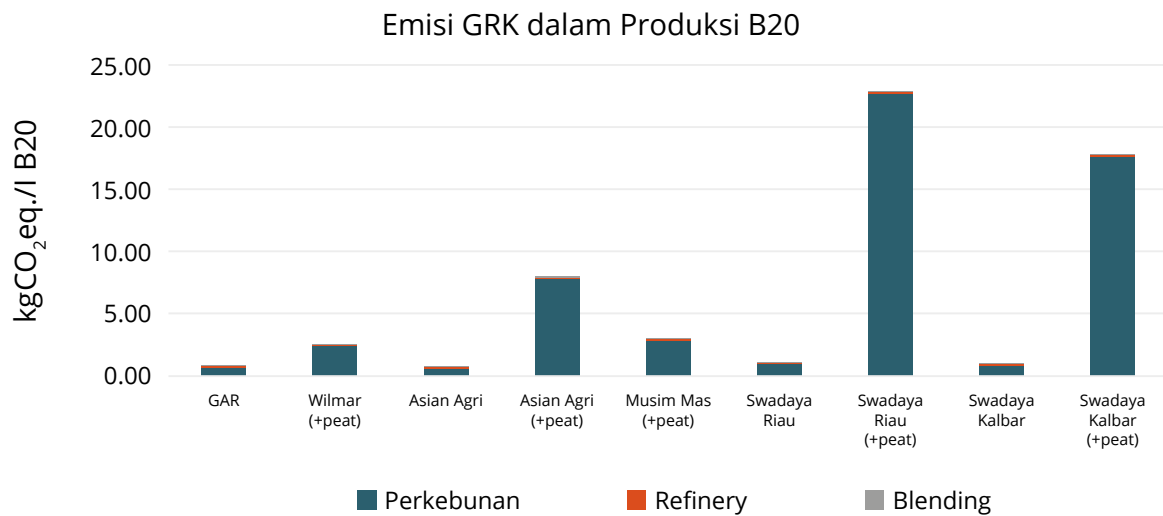
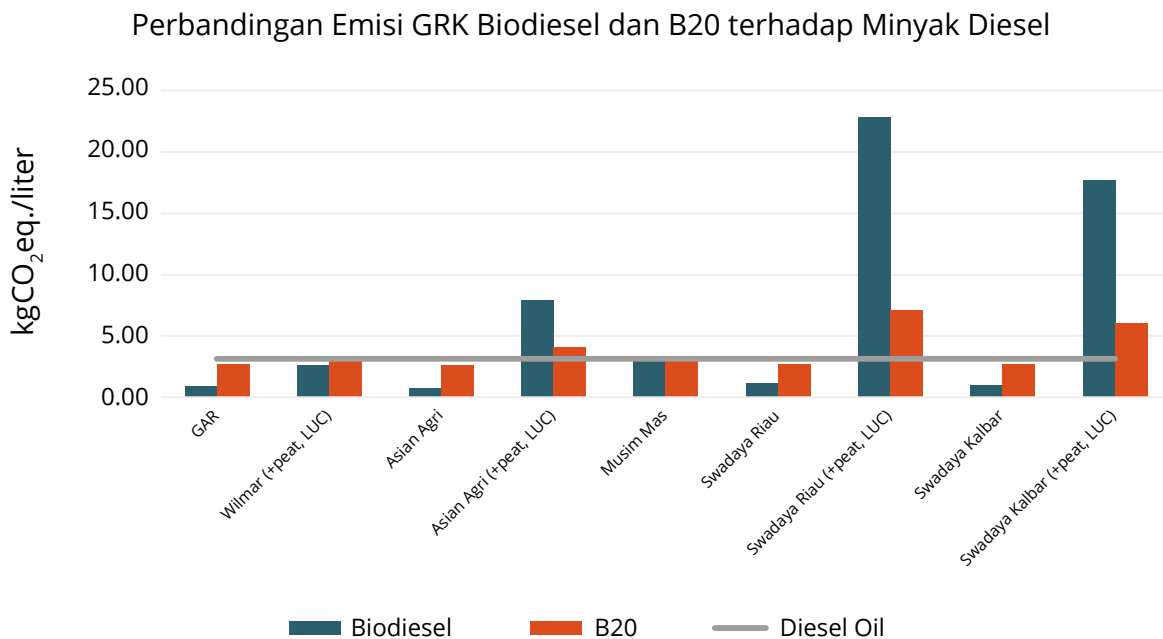
Emisi GRK untuk pemakaian internal bahan bakar solar dan mesin saat pembukaan lahan menggunakan asumsi dengan mengambil mid point 292 kgCO₂eq/ha/tahun merujuk pada literatur MPOB yakni 180-404 kgCO₂eq/ha/tahun (Choo, et al., 2011). Angka ini dibagi dengan produktivitas kebun dalam unit tTBS/ha sehingga diperoleh angka dalam bentuk 10,44 kgCO₂eq/t TBS untuk Riau dan 13,48 kgCO₂eq/t TBS untuk Kalimantan Barat.

Data perusahaan hanya memberikan total emisi GRK untuk produk akhir CPO yang merujuk pada *Sustainability Report* 2017 dan 2016. Emisi kebun yang dijelaskan di bagian 3.2 diperoleh dari pemakaian pupuk jenis NPK, urea, TSP dan RP dan juga pemakaian pestisida. Emisi GRK yang dijelaskan di bagian 3.3 diperoleh dari bahan bakar untuk transportasi TBS menuju PKS/pengepul/koperasi. Adapun total emisi pada PKS diperoleh dari emisi limbah cair PKS (*Palm Oil Mill Effluent*). Emisi POME ini merujuk pada laporan GAR sebesar 373,9 kgCO₂eq/tCPO yang mana mencapai 44,6% dari total emisi perkebunan GAR. Angka konversi CPO yang dipergunakan adalah 0,832 kg CPO/L biodiesel. Perhitungan mundur terhadap emisi GRK Wilmar mendapatkan estimasi emisi POME sebesar 390 kgCO₂eq/tCPO.

Proses *refinery*/penyulingan dan blending yang dijelaskan dengan rinci di bagian 3.3 menunjukkan bahwa kontribusi proses penyulingan terhadap emisi GRK biodiesel lebih kecil dibandingkan proses di perkebunan (kebun dan PKS). Angka emisi GRK untuk proses refinery dan blending hanya satu angka yakni masing-masing 0,15 kgCO₂eq/L biodiesel dan 0,06 kgCO₂eq/L biodiesel.

Angka emisi GRK diesel/solar adalah 3,14 kgCO₂eq/L diesel. B20 adalah campuran antara 20% volume biodiesel dan 80% volume minyak diesel. Dengan demikian diperoleh angka emisi GRK untuk produk akhir B20 berkisar pada 2,67 kgCO₂eq/L B20 hingga 7,09 kgCO₂eq/L B20. Biodiesel dari minyak sawit yang dibudidayakan di kebun yang dibuka sebelum tahun 2005, sehingga tidak ada alih fungsi lahan baru, memberikan angka emisi GRK 2,67 kgCO₂eq/L B20. Emisi GRK 7,09 kgCO₂eq/L B20 terjadi apabila terdapat alih fungsi lahan gambut menjadi kebun sawit. Rentang yang hingga lima kali lipat itu dikarenakan adanya faktor LUC pada petani swadaya di Riau dan Kalimantan Barat. Apabila tidak terdapat LUC maka emisi GRK Biodiesel B20 di perusahaan tidak terpaut jauh dengan emisi GRK di petani swadaya seperti ditunjukkan pada **Tabel 23**. Wilmar yang memasukkan LUC sebagian dari areal perkebunannya memiliki emisi GRK 12,6% lebih tinggi dibandingkan dengan emisi GRK GAR yang tidak perlu memperhitungkan LUC dikarenakan areal pengembangan dilakukan sebelum November 2005 sesuai ketentuan RSPO.

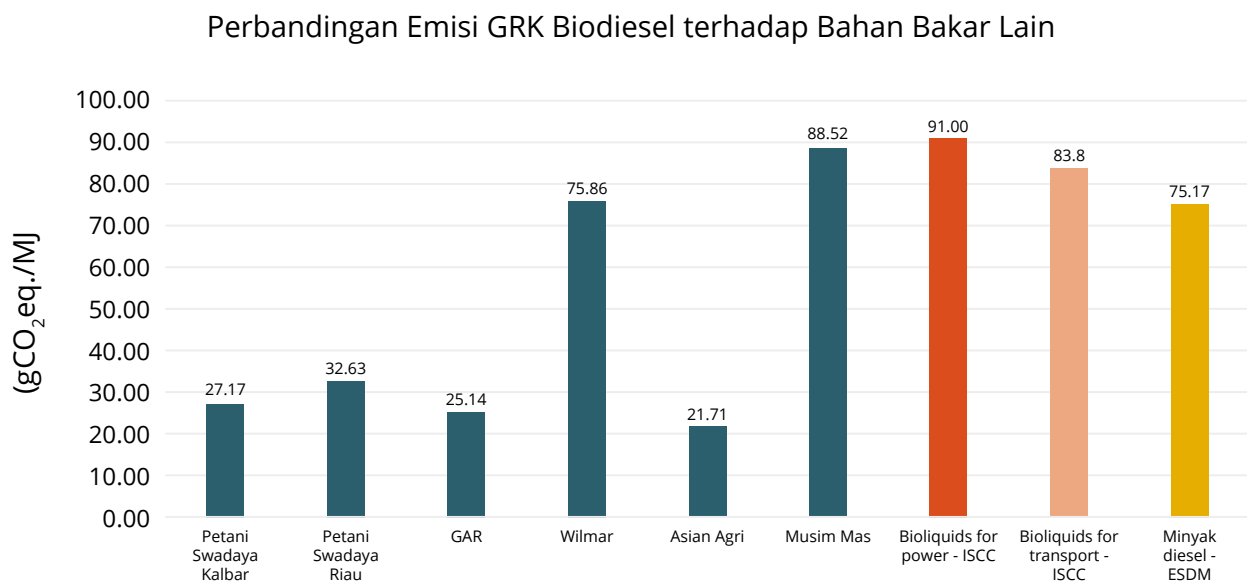
Pada skenario adanya kebun sawit petani swadaya di lahan gambut, total emisi dari petani jauh lebih tinggi dari kebun perusahaan. Hal ini disebabkan oleh dua faktor, yaitu persentase luas lahan gambut terhadap total lahan yang dibudidayakan dan produktivitas kebun. Pada kebun perusahaan, luasan lahan gambut relatif kecil jika dibandingkan terhadap total luas kebun. kemudian produktivitas kebun perusahaan lebih tinggi dibandingkan kebun petani swadaya, meskipun total emisi lebih besar namun total TBS yang menjadi pembagi juga besar, sehingga emisi per ton TBS menjadi lebih kecil¹⁰. Emisi perkebunan berkontribusi 80% atau lebih atas total produksi biodiesel sesuai informasi yang ditampilkan dalam **Gambar 9**. Adanya LUC sesudah tahun 2005 dan budidaya di tanah gambut yang menjadi sumber emisi terbesar sangat mempengaruhi angka akhir emisi GRK biodiesel.

Gambar 9. Perbandingan Emisi GRK Produksi B20 Berdasarkan Responden**Gambar 10. Perbandingan Emisi GRK B20 terhadap Minyak Solar**

Gambar 10 menampilkan perbandingan emisi GRK per liter B20 yang dihasilkan setiap responden dibandingkan dengan emisi GRK minyak diesel solar. Wilmar dan Musim Mas yang telah memperhitungkan emisi dari gambut dan LUC dalam perhitungan GRK memiliki emisi GRK di bawah bahan bakar solar. Sementara emisi Asian Agri masih di bawah bahan bakar solar, namun produksi biodiesel dari lahan gambut memiliki emisi GRK di atas emisi minyak solar. Petani swadaya di Riau dan Kalimantan Barat juga menunjukkan emisi GRK di bawah emisi GRK bahan bakar solar. Akan tetapi, angka emisi GRK petani swadaya akan meningkat jauh melebihi emisi bahan bakar solar, yaitu 7,09 kgCO₂eq/L B20 dan 6,08 kgCO₂eq/L B20 dibandingkan 3,14 kgCO₂eq/L minyak solar, apabila terjadi LUC sesudah tahun 2005. Tingginya angka emisi GRK dari petani swadaya di kedua provinsi tersebut disebabkan adanya LUC dari hutan menjadi kebun sawit di mana perhitungan menggunakan asumsi bahwa semua lahan petani swadaya adalah lahan gambut.

Apabila LCA dilanjutkan hingga ke tahap konsumsi untuk pembangkitan energi dan transportasi, maka dapat ditinjau intensitas emisi berdasarkan kandungan energi. Selanjutnya, angka intensitas tersebut dapat dibandingkan dengan batasan emisi atau emisi GRK bahan bakar lain. Dalam kajian ini, perbandingan intensitas emisi berdasar kandungan energi dilakukan antara biodiesel (bukan B20) terhadap standard ISCC untuk ambang batas intensitas emisi biofuel (untuk transport dan pembangkitan listrik) dan emisi minyak diesel industri dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Perbandingan menggunakan asumsi bahwa biodiesel dan bahan bakar lain ditransportasikan dari lokasi titik produksi ke titik konsumsi yang sama, sehingga emisi GRK pada tahap hilir (transportasi dan distribusi) adalah sama dan diabaikan. Perbandingan emisi GRK ditunjukkan pada **Gambar 11**. Diagram pada **Gambar 11** menunjukkan biodiesel setiap produsen masih di bawah ambang batas emisi GRK ISCC untuk listrik (*power*) yaitu 91,00 gCO₂eq/MJ. Jika dibandingkan dengan batas emisi GRK ISCC untuk transport, maka biodiesel dari Musim Mas tidak dapat memenuhi ambang batas. Jika dibandingkan dengan emisi GRK minyak diesel berdasarkan data ESDM maka biodiesel produksi Musim Mas dan Wilmar melewati batas emisi GRK. Namun demikian, perlu diingat bahwa kajian ini menggunakan angka emisi GRK yang sama untuk tahap *biodiesel plant*, sementara emisi GRK dari *biodiesel plant* Wilmar dan Musim Mas mungkin lebih rendah dari asumsi yang digunakan dalam kajian ini.

Gambar 11. Perbandingan Emisi GRK Biodiesel terhadap Bahan Bakar Lain



3.4.1. Analisis Skenario LUC Petani Swadaya

Analisis skenario diterapkan pada sektor LUC petani swadaya, untuk memberikan gambaran dampak LUC pada total emisi GRK biodiesel. Di sisi lain, pengambilan data perubahan lahan dari petani swadaya diperoleh berdasarkan pengakuan dan tidak didukung peta atau citra satelit, sehingga tidak tertutup kemungkinan adanya pembukaan lahan sawit jauh sebelum 2005. Rincian emisi GRK disebabkan oleh LUC dan juga gambut ditunjukkan di **Tabel 23**.

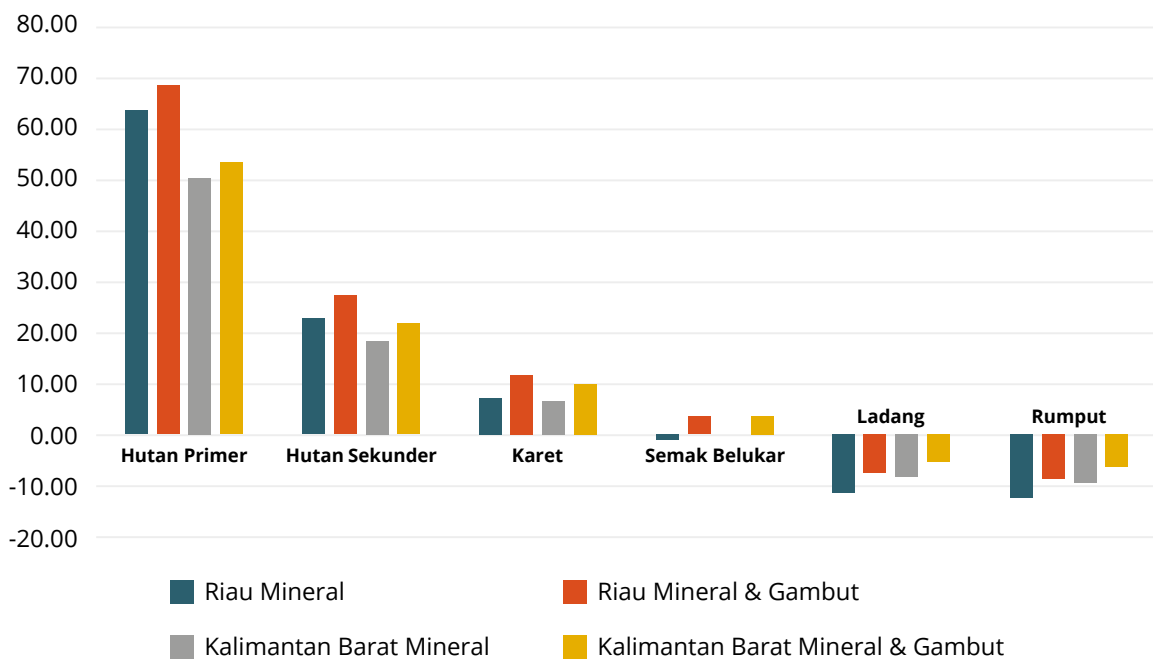
Untuk melihat lebih lanjut dampak LUC terhadap total emisi GRK B20, dilakukan analisis skenario produksi B20 dengan menggunakan data petani swadaya di Riau dan Kalimantan Barat. Dua kelompok skenario yaitu produksi B20 dengan melibatkan LUC dari tanah mineral dan lahan

gambut. LUC dari tanah mineral dilakukan berdasarkan skenario enam jenis lahan, yaitu hutan primer, hutan sekunder, kebun karet, semak belukar, ladang, dan rumput. Hasil analisis skenario tersebut disajikan dalam **Tabel 23** dan **Gambar 12**.

Tabel 23. Total Emisi GRK karena Alih Fungsi Lahan pada Petani Swadaya

Fungsi awal lahan	Riau (tCO ₂ eq/l B20)		Kalimantan Barat (tCO ₂ eq/l B20)	
	Mineral	Mineral & Gambut	Mineral	Mineral & Gambut
Hutan primer	64.26	68.61	50.35	53.72
Hutan sekunder	23.34	27.69	18.66	22.03
Karet	7.86	12.21	6.67	10.04
Semak belukar	-0.61	3.74	0.11	3.48
Ladang	-11.43	-7.08	-8.27	-4.90
Rumput	-12.60	-8.25	-9.18	-5.81

Gambar 12. Analisis Skenario Alih Fungsi Lahan terhadap Emisi GRK B20 Produksi Petani Sawit
Emisi GRK Berdasar Skenario LUC (tCO₂eq./l B20)



Berdasarkan analisis skenario, total emisi GRK dikarenakan LUC ditambah dengan jenis tanah gambut dari petani swadaya membuat perbedaan yang paling besar pada total emisi GRK. Total emisi GRK dari LUC tanah mineral memberi hasil signifikan tetapi tidak sebesar LUC dari tanah gambut. Rentang emisi GRK terpaut jauh yakni minimum -8,25 kgCO₂eq/L B20 untuk eks rumput dan tanah gambut, hingga maksimum 68,61 kgCO₂eq/L B20 untuk eks hutan primer dan tanah gambut di Provinsi Riau. Rentang minimum -5,81 kgCO₂eq/L B20 untuk eks rumput dan tanah gambut hingga maksimum 50,35 kgCO₂eq/L B20 untuk eks hutan primer dan tanah gambut di Provinsi Kalimantan Barat. Mengingat angka emisi GRK bahan bakar minyak solar untuk mesin diesel adalah 3,14 kgCO₂eq/L, analisis skenario menunjukkan bahwa perubahan LUC dan pemanfaatan lahan gambut dapat membuat emisi B20 jauh lebih tinggi dibandingkan

emisi bahan bakar solar itu sendiri. Hal tersebut dapat membuat biodiesel kurang tepat untuk dijadikan upaya penurunan emisi GRK. Sehingga, penggunaan biodiesel dari CPO sebagai salah satu aktivitas mitigasi di sektor energi perlu mempertimbangkan seluruh rantai pasokan yang melibatkan sektor LUCF dan sektor energi.

Di sisi lain, perlu dicermati bahwa terdapat *emission saving* dalam LUC tertentu menjadi kebun sawit. Pada petani swadaya Riau, alih guna tanah mineral jenis semak belukar, ladang, dan rumput menunjukkan emisi GRK $-0,61 \text{ kgCO}_2\text{eq/L B20}$, $-11,43 \text{ kgCO}_2\text{eq/L B20}$, dan $-12,60 \text{ kgCO}_2\text{eq/L B20}$ secara berurutan. Sementara pada petani Kalimantan Barat, alih guna tanah jenis ladang dan rumput menunjukkan total emisi GRK $-8,27 \text{ kgCO}_2\text{eq/L B20}$ dan $-9,18 \text{ kgCO}_2\text{eq/L B20}$ secara berurutan. Dalam skenario ini, produksi minyak sawit dari lahan yang sebelumnya memiliki fungsi ladang, semak belukar, dan rumput, dapat mendukung upaya pemerintah dalam menurunkan emisi nasional.

3.4.2. Proyeksi Emisi GRK B20 Berdasarkan Target Produksi

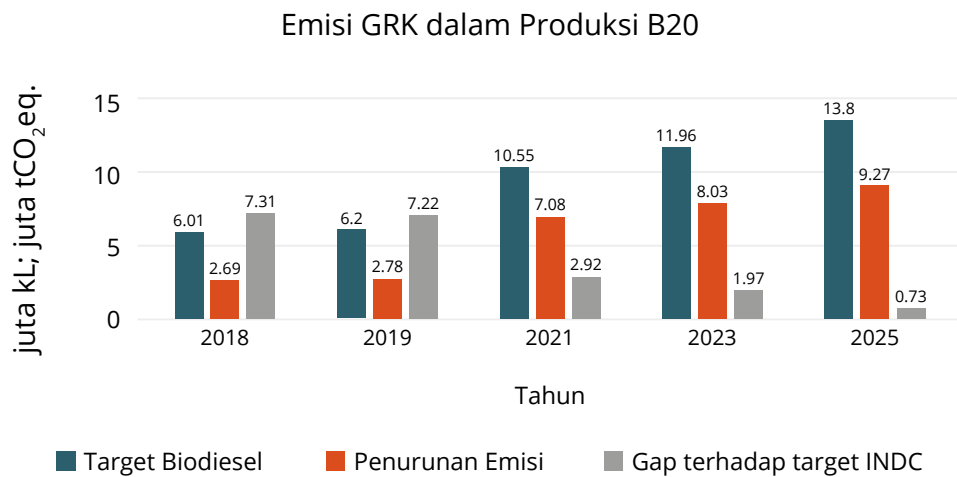
Proyeksi emisi GRK juga dilakukan untuk tahun 2019 hingga 2025 merujuk pada angka target pemakaian biodiesel yang ditetapkan pemerintah. Walaupun dengan sejumlah asumsi dan batasan yang ada saat ini, dan sangat mungkin berbeda dengan emisi GRK aktual di masa mendatang. Asumsi dan batasan yang berlaku dalam proyeksi ini adalah target pemakaian biodiesel terpenuhi sesuai volume dan mandat bauran (*blending mandate*). Di sisi lain, pencapaian volume produksi ini bisa dipengaruhi oleh berbagai hal termasuk kondisi pasar CPO, industri sawit, kebijakan pemerintah, maupun harga minyak dunia.

Berdasarkan data terakhir dari Kementerian ESDM, konsumsi B20 di Indonesia adalah 6,01 juta kiloliter (Jonan, 2019). Dengan menggunakan asumsi emisi GRK biodiesel adalah $2,69 \text{ kgCO}_2\text{eq/l B20}$ dan $2,69 \text{ kgCO}_2\text{eq/l B30}$, proyeksi penurunan emisi GRK sebesar $0,45 \text{ kgCO}_2\text{eq/L}$ (~14%) untuk B20 dan $0,67 \text{ kgCO}_2\text{eq/L}$ (~21%) untuk B30. Penurunan emisi ini diperoleh dari fuel switching dari bahan bakar solar yakni $3,14 \text{ kgCO}_2\text{eq/L}$ menjadi biodiesel. Sehingga terdapat penurunan emisi GRK secara nasional sebesar 2,69 juta ton CO_2eq dari substitusi bahan bakar solar menjadi B20 di tahun 2018.

Dengan target yang ditetapkan oleh Kementerian ESDM yaitu 6,2 juta kiloliter biodiesel di tahun 2019 serta 13,8 juta kiloliter di tahun 2025, maka diperkirakan pertumbuhan konsumsi biodiesel akan naik sekitar 6,5 persen per tahun. Hal ini dengan catatan B30 akan diimplementasikan pada tahun 2021. Penurunan emisi GRK karena biodiesel ini akan menjadi 2,78 juta ton CO_2eq di tahun 2019 hingga 9,27 juta ton CO_2eq di tahun 2025 seperti yang ditunjukkan oleh **Tabel 24** dan **Gambar 13**. Pemerintah Indonesia telah menetapkan target penurunan emisi dari biofuel sebesar 10 juta ton CO_2eq pada tahun 2025, sehingga terdapat gap sebesar 7,22 juta ton CO_2eq di tahun 2019, 1,97 juta ton CO_2eq di tahun 2023 dan 0,73 juta ton CO_2eq di tahun 2025. Di sini terlihat bahwa ada pengurangan *gap* dari tahun 2019 hingga 2025. Pengurangan *gap* ini didorong oleh peningkatan volume produksi dan blending dari 20% di tahun 2019 menjadi 30% mulai tahun 2021.

Tabel 24. Proyeksi Penurunan Emisi GRK Berdasarkan Target Produksi Biodiesel

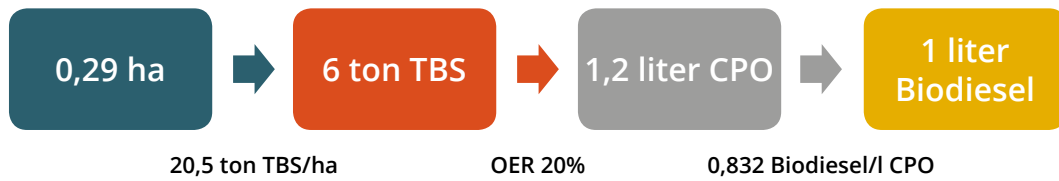
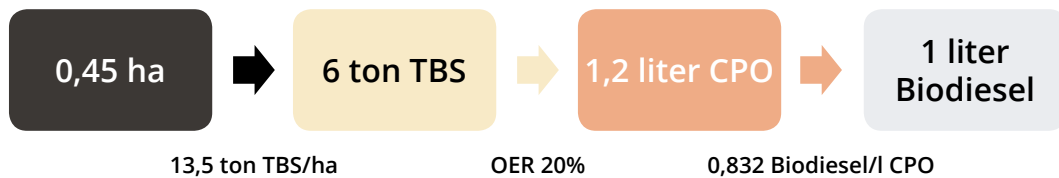
Tahun	Target produksi biodiesel (juta kL)	Penurunan emisi dari biodiesel (tCO ₂ eq./tahun)	Gap terhadap target INDC (tCO ₂ eq./tahun)
2019	6,2	2,78	7,22
2021	10.55	7,08	2,92
2023	11.96	8,03	1,97
2025	13.8	9,27	0,73

Gambar 13. Perbandingan Penurunan Emisi GRK dan Gap terhadap INDC

Berdasarkan LCA, dengan data perusahaan dan responden petani swadaya, emisi GRK biodiesel dari CPO lebih rendah dibandingkan emisi GRK bahan bakar solar (nilai penghematan antara 3% dan 14%). Pemakaian biodiesel dari CPO di dalam negeri dapat mendukung upaya pemerintah Indonesia untuk mencapai target penurunan emisi nasional di sektor energi. Akan tetapi, perlu diperhatikan bahwa pencapaian penurunan emisi tersebut hanya dapat tercapai jika TBS yang digunakan sebagai bahan biodiesel berasal dari lahan yang bukan memiliki fungsi awal hutan dan dibuka sebelum tahun 2005. Oleh karena itu, sangat penting untuk mencermati dan memastikan bahwa TBS tidak diperoleh dari LUC baru yang memiliki cadangan karbon tinggi.

Selain sektor LUC yang menjadi penyumbang emisi GRK di tahap produksi CPO, sektor lain yang juga berkontribusi besar pada total emisi adalah emisi GRK dari POME di PKS. Pemanfaatan fasilitas *methane capture* terbukti efektif dalam menurunkan emisi dari POME di pabrik sawit. Oleh karena itu, selain memperhatikan sektor LUC, penting untuk memastikan bahwa CPO diproduksi oleh PKS yang telah dilengkapi dengan fasilitas *methane capture*.

Meninjau perolehan data petani swadaya jelas terlihat adanya ketimpangan produktivitas dengan kebun perusahaan. Untuk memenuhi target produksi biodiesel nasional, peran petani swadaya untuk mendukung rantai pasokan sangat perlu ditingkatkan. Dengan tingkat produktivitas kebun petani swadaya hingga 50% dibawah produktivitas kebun perusahaan, sesuai data responden kajian, maka diperlukan lahan hingga dua kali luas lahan petani swadaya untuk menghasilkan output yang sama dengan perusahaan seperti yang ditunjukkan dalam ilustrasi pada **Gambar 14**.

Gambar 14. Perbandingan Produktivitas Petani Swadaya dan Perusahaan Sawit**Perusahaan Sawit****Petani Swadaya**

Rendahnya produktivitas kebun petani swadaya menunjukkan adanya keterbatasan terkait kemampuan teknis dan pembiayaan untuk budidaya yang terbaik sehingga bisa menghasilkan produksi sawit yang optimal. Dengan hasil panen yang sudah baik dengan lahan yang ada pada saat ini, antisipasi skenario deforestasi dapat dihindari. Diperlukan adanya pendampingan untuk meningkatkan kapasitas dan kemampuan teknis petani sawit, seperti pelatihan *good agriculture practice* (GAP), penyediaan bibit berkualitas, dan lain sebagainya. Pemberian akses pembiayaan akan mendukung kemampuan petani di mana fasilitas pinjaman lunak untuk *replanting* dan pemupukan akan membantu petani meningkatkan produktivitas kebun dan kesejahteraannya. Selain itu, peningkatan kapasitas petani juga perlu dilakukan dalam bentuk kelembagaan seperti pembentukan kelompok tani atau koperasi. Adanya kelembagaan yang menaungi petani swadaya akan memungkinkan mereka untuk membuat kerjasama pasokan TBS dengan perusahaan kelapa sawit dan meningkatkan kapasitas untuk mengakses fasilitas pendanaan.

Konversi lahan baru baik oleh perusahaan atau petani swadaya, peningkatan produktivitas kebun sawit, dan pengelolaan POME perlu diperhatikan dan dikelola oleh pemerintah sebagai pembuat kebijakan dan para pelaku bisnis di seluruh rantai pasokan biodiesel. Hal tersebut penting dilakukan untuk mencegah terjadinya paradoks biodiesel, dimana tujuan utama pemanfaatan biodiesel untuk menurunkan emisi GRK tidak tercapai, dan sebaliknya justru meningkatkan emisi GRK karena ketidakhati-hatian dalam praktik di hulu produksi biodiesel. Pemerintah dan pelaku bisnis biodiesel perlu memberikan dukungan teknis dan pembiayaan kepada petani sawit swadaya agar mereka dapat berkontribusi lebih baik dibandingkan kondisi saat ini. Dalam kerangka besar penurunan emisi GRK nasional, diperlukan koordinasi antara sektor LUCF dan sektor energi untuk memastikan tidak terjadinya kebocoran emisi dari satu sektor ke sektor lain.

An aerial photograph of a vast mangrove forest. A dark, winding river or canal cuts through the dense green canopy, creating a complex network of waterways. The forest extends to the horizon under a clear sky. A dark horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing the section title.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Saran

Dari studi yang dilakukan terhadap perhitungan emisi GRK B20 mulai dari LUC hingga menjadi B20 dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. **Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari perkebunan dan pabrik kelapa sawit memberikan kontribusi emisi GRK sebesar 83% - 95%.** Tahap perkebunan sendiri merupakan kontributor terbesar untuk emisi biodiesel di Indonesia dan mencapai 80% atau lebih atas emisi GRK dalam rantai pasokan biodiesel. Untuk kasus perkebunan, Perusahaan yang memperhitungkan LUC memperoleh angka emisi GRK 2,67 kgCO₂eq/L B20 hingga 4,11 kgCO₂eq/L B20. Emisi GRK dikarenakan LUC dari petani swadaya membuat perbedaan yang signifikan pada total emisi GRK dengan rentang yang terpaut jauh yakni minimum -8,25 kgCO₂eq/L B20 (eks rumput) hingga maksimum 68,61 kgCO₂eq/L B20 (eks hutan primer) untuk Riau; rentang minimum -5,81 kgCO₂eq/L B20 (eks rumput) hingga maksimum 50,35 kgCO₂eq/L B20 (eks hutan primer) untuk Kalimantan Barat. Mengingat angka emisi GRK bahan bakar solar diesel adalah 3,14 kgCO₂eq/L, terdapat kemungkinan bahwa LUC di lahan mineral dan lahan gambut dapat membuat emisi B20 ini jauh lebih besar dibandingkan emisi minyak solar. Mengadopsi batas tahun LUC merujuk pada RSPO yakni yang kebun sawit yang dibuka setelah November 2005, terdapat rentang yang cukup jauh dalam emisi GRK produksi B20 dari petani swadaya yang mengalami alih fungsi lahan dan yang tidak mengalami, baik di Riau (2,74 vs 7,09 kgCO₂eq/L B20) maupun di Kalimantan Barat (2,71 vs 6,08 kgCO₂eq/L B20).
2. **Pemakaian *methane capture* di PKS bisa menurunkan sekitar separuh dari total emisi pabrik sawit yang merupakan bagian dari rantai perkebunan.** Hal ini diperlihatkan oleh perkebunan milik GAR, di mana emisi dari limbah cair PKS (*palm oil mill effluent*) sebesar 0,31 kgCO₂eq/L biodiesel bisa dikurangi dengan pemakaian *methane capture*.
3. **Produktivitas petani swadaya lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas perusahaan.** Dengan tingkat produktivitas petani swadaya hingga 50% dibawah produktivitas kebun perusahaan, maka diperlukan lahan hingga dua kali luas lahan petani swadaya untuk menghasilkan output yang sama dengan perusahaan. Kemudian rendahnya produktivitas kebun swadaya menunjukkan adanya keterbatasan terkait kemampuan teknis dan pembiayaan untuk budidaya terbaik sehingga dapat menghasilkan produksi sawit yang optimal.
4. **Transportasi (pengangkutan tandan buah segar (TBS)) merupakan sumber emisi terbesar bagi petani swadaya.** Pemakaian bahan bakar untuk transportasi petani swadaya berada pada rentang 39% (Kalbar) hingga 49% (Riau). Emisi GRK transport petani swadaya Riau lebih tinggi dibandingkan Kalimantan Barat. Hal ini disebabkan oleh produktivitas responden di Kalimantan Barat yang lebih tinggi, sehingga muatan (tonase) per truk per trip menjadi lebih efisien dan truk memuat lebih banyak TBS untuk setiap trip.

Rekomendasi

Produksi biodiesel dari CPO dapat mendukung pemerintah Indonesia dalam mencapai ketahanan energi dengan pemanfaatan CPO secara domestik dan pencapaian target penurunan emisi GRK. Akan tetapi, produksi biodiesel justru dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan jika tidak diselenggarakan dengan tata kelola yang berkesinambungan dan terbaik. Beberapa saran-saran untuk perbaikan tata kelola biodiesel di Indonesia adalah sebagai berikut:

1. **Perlu ditetapkan ambang batas emisi GRK minyak sawit (CPO) yang digunakan sebagai bahan baku biodiesel** dan sistem pengukuran, pelaporan dan verifikasi untuk memastikan tercapainya penurunan emisi GRK melalui produksi dan pemanfaatan biodiesel serta untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.
2. Untuk itu **keterlacakan (*traceability*) perolehan TBS dalam produksi biodiesel dari minyak sawit sangat diperlukan**. Emisi GRK dari LUC berkontribusi signifikan pada emisi GRK perkebunan, dan keseluruhan emisi GRK biodiesel. Skenario ekspansi lahan demi pemenuhan target produksi biodiesel belum tentu terjadi, namun diperlukan pengelolaan yang baik untuk menghindari terjadinya alih fungsi lahan baru sebagai dampak bertambahnya kebutuhan lahan untuk produksi buah sawit.
3. **Diperlukan perbaikan tata kelola distribusi TBS ke PKS untuk mengurangi emisi GRK dari sektor transportasi**. Transportasi TBS ke kebun berkontribusi cukup signifikan terhadap total emisi GRK dari kebun. Pengurangan emisi misalnya dapat dilakukan dengan memakai moda transportasi yang memiliki daya angkut lebih besar dan lebih hemat bahan bakar dibandingkan moda saat ini yang umumnya menggunakan truk berbahan bakar fosil. Demikian juga, jarak dan moda transportasi dari PKS menuju *refinery* dan transportasi dari *refinery* menuju *blending station* akan mempengaruhi emisi B20 secara signifikan.
4. **Peningkatan produktivitas petani swadaya**. Hal ini dapat dicapai dengan meningkatkan perhatian dan dukungan dari pemerintah serta pelaku bisnis di sepanjang rantai pasokan biodiesel, mulai dari bibit, pemupukan, hingga penjualan TBS ke pihak PKS.
5. **Koordinasi antara sektor LUCF atau perkebunan dan sektor energi sangat perlu**, mengingat alih guna lahan yang menjadi sumber emisi dalam LCA emisi GRK biodiesel merupakan area sektor LUCF, untuk menjamin tercapainya penurunan emisi GRK nasional. Sektor LUCF dan sektor energi adalah dua sektor penyumbang emisi GRK nasional terbesar di Indonesia dengan total 49%.

Referensi

Asian Agri. (2017). Asian Agri 2016 Sustainability Report.

Bessou, C., Chase, L., Henson, I., Abdul-Manan, A., Canals, L., Agus, F., . . . Chin, M. (2014). Pilot application of PalmGHG, the Roundtable on Sustainable Palm Oil greenhouse gas calculator for oil palm products. *Journal of Cleaner Production*, 136-145.

Choo, Y. M., Muhamad, H., Hashim, Z., Subramaniam, V., Puah, C. W., & Tan, Y. A. (2011). Determination of GHG contributions by subsystems in the oil palm supply chain using the ICA approach. *International Journal on Life Cycle Assessment*, 669-681.

Edwina, S., Adiwirman, Puspita, F., & Manurung, G. (2012). Karakteristik dan tingkat pengetahuan petani kelapa sawit rakyat tentang pemupukan di kecamatan tanah putih kabupaten Rokan Hilir. *Indonesian Journal of Agricultural Economics*, 163-176.

ESDM. (2016). Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian ESDM.

European Union, C. (2018, June 27). *Concilium EU*. Retrieved from Council of the EU: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2018/06/27/renewable-energy-council-confirms-deal-reached-with-the-european-parliament/#>

FAO. (1998). *Reference Soil Groups*. Retrieved from FAO: <http://www.fao.org/docrep/003/y1899e/y1899e04.htm>

Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia – GAPKI. (2018). Refleksi Industri Kelapa Sawit 2017 dan Prospek 2018: <https://gapki.id/news/4140/refleksi-industri-kelapa-sawit-2017-dan-prospek-2018>

Golden Agri Resources LTD. (2018). Responsible Growth through Innovation: Annual Report 2017. Singapore: Golden Agri Resources LTD.

Golden Agri Resources LTD. (2018). Sharing responsible practices with our supply chain: Sustainability Report 2017. Singapore: Golden Agri Resources LTD.

Guillaume, T., Kotowska, M. M., Hertel, D., Knohl, A., Krashevskaya, V., Murtillaksono, K., . . . Kuzyakov, Y. (2018). Carbon costs and benefits of Indonesian rainforest conversion to plantations. *Nature Communications*, 1-11.

Gunarso, P., Hartoyo, M., Fahmuddin, A., & Killeen, T. (2013). *Oil Palm and Land Use Change in Indonesia, Malaysia and Papua New Guinea*. RSPO.

Harsono, S., Prochnow, A., Grundmann, P., Hansen, A., & Hallmann, C. (2012). Energy balances and greenhouse gas emissions of palm oil biodiesel in Indonesia. *GCB Bioenergy*, 213-228.

Hooijer, A. S. Page, P. Navratil, R. Vernimmen, M. Van der Vat, K. Tansey, K. Konecny, F. Siegert, U. Ballhorn and N. Mawdsley. (2014). Carbon emissions from drained and degraded peatland in Indonesia and emission factors for measurement, reporting and verification (MRV) of peatland greenhouse gas emissions – a summary of KFCP research results for practitioners. IAFCP, Jakarta, Indonesia

Carbon Emissions from Drained and Degraded Peatland in Indonesia and Emission Factors for Measurement, Reporting and Verification (MRV) fo Peatland Greenhouse Gas Emissions. Kalimantan Forests and Climate Partnership.

Husnain, H., Wigena, I. P., Dariah, A., Marwanto, S., Setyanto, P., & Fahmuddin, A. (2014). *CO2 emissions from tropical drained peat in Sumatra, Indonesia.* Springer.

IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Geneva: IPCC.

ICAO. (2017). *Sustainable Aviation Fuels Guide.* ICAO.

ISCC. (2016). *ISCC 205 Greenhouse Gas Emissions.* ISCC.

ISCC. (2016). *System Basics Version 3.0.* Retrieved from ISCC: https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2017/02/ISCC_201_System_Basics_3.0.pdf

ISCC. (2018). *How to deal with indirect Land Use Change?* ISCC. Retrieved from ISCC: <https://www.iscc-system.org/how-to-deal-with-indirect-land-use-change/>

Jonan, I. (2019, January 29). Mewujudkan Energi Berkeadilan dan Berkelanjutan di Indonesia. Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia.

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2018). *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017 – Kelapa Sawit.* Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Kopernik. (2018). *Unmet Needs Report 2018; Smallholder Farmers in Papua, West Papua, and West Kalimantan.* Kopernik.

Kusdiana, D. (2014). Bioenergy policies and regulaiton in Indonesia . *GIZ-EKONID Business Forum on "Innovative Technology to Tap Indonesia's Bioenergy Potential.* Ministry of Energy and Mineral Resources.

Lange, M. (2011). the GHG balance of biofuels taking into account land use change. *Energy Policy*, 2373-2385.

Melling, L., Hatano, R., & Goh, K. J. (2005). Soil CO2 flux from three ecosystems in tropical. *Tellus*, 1-11.

Ministry of Agriculture. (2009). *Ministry of Agriculture.* Retrieved from <http://perundangan.pertanian.go.id/admin/file/Permentan-14-09.pdf>

Ministry of Environment and Forestry. (2018). *Third National Communication under UNFCCC.* Ministry of Environment and Forestry.

Misna, F. A. (2018). Intensifying Biofuel for Domestic Consumption. *EBTKE Conex*. Jakarta: ESDM.

Muhamad, H., Hashim, Z., Subramaniam, V., Tan, Y., Wei, P., Let, C., & May, C. (2010). Life Cycle Assessment of Oil Palm Seedling Production (Part 1). *Journal of Oil Palm Research*, 878-886.

Musim Mas. (2018). Sustainability Report 2017 : Creating a Sustainable Supply Chain.

Nazir, N., & Setyaningsih, D. (2010). Life Cycle Assessment of Biodiesel Production from Palm Oil and Jatropha Oil in Indonesia. *7th Biomass Asia Workshop* (pp. 1-6). Jakarta: New Energy Foundation.

Page, S. (2018). International Peatland Research Towards responsible management of peatlands: Balancing competing demands on fragile natural resources. *International Peatland Research* (pp. 1-28). BRG.

Pertamina. (2018, August 23rd). Kesiapan Implementasi B20 PT. Pertamina.

Purnomo, A., Okarda, B., Dermawan, A., Ilham, Q., & Bizarani, B. (2018). *Proyeksi sawit Indonesia: Debat kebijakan ekonomi, deforestasi dan moratorium*. CIFOR.

Ramdani, F., & Hino, M. (2013). Land Use Changes and GHG Emissions from Tropical Forest Conversion by Oil Palm Plantations in Riau Province, Indonesia. *PLOS One*, 1-6.

RSPO. (2009). *Greenhouse Gas Emissions from Palm Oil Production*. RSPO.

Santoso, I. (2018, Agustus). Potensi dan pengembangan bioenergi di Indonesia. *IndoEBTKE Connex 2018*. APROBI.

Searle, S., & Giuntoli, J. (2018). *Analysis of high and low indirect land-use change definitions in European Union renewable energy policy*. ICCT.

Siangjaeo, S., Gheewala, S., Unnanon, K., & Chidtaisong, A. (2011). Implications of land use change on the life cycle greenhouse gas emissions from palm biodiesel production in Thailand. *Energy for Sustainable Development*, 1-7.

Silalertruksa, T., & Gheewala, S. H. (2012). Environmental sustainability assessment of palm biodiesel production in Thailand. *Energy*, 306-314.

Sirait, P., Chalil, D., & Supriana, T. (2012). *Analisis skala minimum untuk perkebunan sawit rakyat di kabupaten Labuhan Batu Utara*. Unknown.

Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsidig, E., . . . Tubiello, F. (2014). *Agriculture, Forestry and Other Land Use in IPCC Report 5th Assessment Report WG III*. Cambridge: Cambridge University Press.

Subramaniam, V., Choo, Y., Mohammad, H., Hashim, Z., Tan, Y., & Wei, P. (2010). Life Cycle Assessment of the production of crude palm oil (part 3). *Journal of Oil Palm Research*, 895-903.

Subramaniam, V., Ma, A., Choo, Y., & Nik Meriam, N. (2008). Life cycle inventory of the production of crude palm oil: A gate to gate case study of 12 palm oil mills. *Journal of Oil Palm Research*, 484-494.

Tan, Y., Muhamad, H., Hashim, Z., Subramaniam, V., Wei, P., Let, C., . . . May, C. (2010). Life Cycle Assessment of Refined Palm Oil Production and Fractionation (Part 4). *Journal of Oil Palm Research*, 913-926.

Tiong, G., & Cai, H. (2017). Calculating GHG Emission in Oil Palm Using PalmGHG. *The Planter*, 167-176.

UNDP. (2015). *Joint Study on the Similarities and Differences of the ISPO and the RSPO Certification Systems*. UNDP.

Walker, S., McMurray, A., Rinaldy, F., Brown, K., & Karsiwulan, D. (2018). *Compilation of best management practices to reduce total emissions from palm oil production. Prepared for RSPO ERWG*. Winrock International.

Wicke, B., Sikkema, R., Dornburg, V., & Faaij, A. (2011). Exploring land use changes and the role of palm oil production in Indonesia and Malaysia. *Land Use Policy*, 193-206.

Wilmar International Limited. (2018). *Moving Forward Together: Sustainability Report 2017*. Singapore: Wilmar International Limited.

Catatan Akhir

¹ Negara-negara Non-Annex I adalah penandatanganan Protokol Kyoto yang sebagian besar adalah negara berkembang. Negara-negara Non-Annex I tidak terikat secara hukum untuk mengurangi emisi.

² Indonesia berkomitmen untuk mengurangi emisi 29% dari *baseline* 1,8 GtCO₂e (Ministry of Environment and Forestry, 2018). Komitmen ini tertuang dalam kontribusi nasional yang ditentukan atau Nationally Determined Contribution (NDC).

³ Dalam laporan *Third National Communication on Indonesian Climate Change*, penyumbang emisi terbesar di Indonesia adalah sektor alih fungsi lahan dan kehutanan (LUCF) (38%), kebakaran gambut (25%) dan energi (21%).

⁴ https://www.esdm.go.id/assets/media/content/outlook_energi_indonesia_2016_opt.pdf
Penurunan emisi GRK di sektor energi dirumuskan di Peraturan Presiden No. 61/ 2011 dimana sektor energi dan transportasi ditargetkan mengalami penurunan 37.93% di tahun 2030 dibandingkan dengan *Business as Usual* dan angka *baseline* merujuk pada tahun 2010.

⁵ Peraturan Presiden No.22 tahun 2017

⁶ Dalam Peraturan Presiden No 22 Tahun 2017 mengenai biofuel roadmap menyebutkan target produksi biofuel sebesar 19 juta TOE di tahun 2025 (Misna, 2018).

⁷ Biofuel yang diproduksi dari bahan mentah yang dapat digunakan sebagai bahan pangan disebut generasi pertama. Biofuel generasi kedua diproduksi dari tanaman dan bagian tanaman bukan untuk pangan seperti limbah pertanian dan hutan. Biofuel generasi ketiga diproduksi dari bahan baku non-pangan dan limbah pertanian (misalnya algae).

⁸ <http://www.bumn.go.id/ptpn5/berita/11206/Ini.Sebaran.Pabrik.Kelapa.Sawit.di.Indonesia>

⁹ IOR Energy. List of common conversion factors (Engineering Conversion Factors).

¹⁰ Carbon/ha/y = Total emisi alih fungsi lahan : Total luas lahan. Carbon/ t TBS = Total emisi perkebunan : Total hasil produksi TBS

