

Artikel Diseminasi & Policy Brief

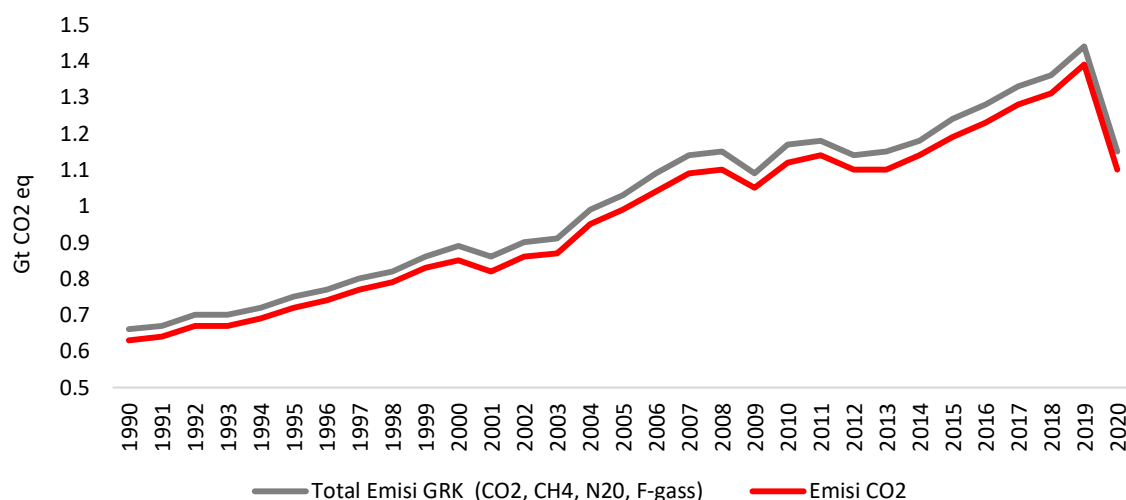
Vol. 02 / No. 08
25 Agustus 2025

PENGEMBANGAN SAF SAWIT UNTUK LANGIT YANG LEBIH HIJAU

oleh
PASPI Monitor

Masyarakat dunia makin menyadari bahwa penyebab terjadinya perubahan iklim global (*global climate change*) dan pemanasan global (*global warming*) akibat peningkatan emisi Gas Rumah Kaca/GRK (*greenhouse gas*, GRK) pada atmosfer Bumi yang telah melampaui konsentrasinya ([PASPI, 2023](#)). Sektor energi (fosil) merupakan kontributor utama emisi GRK global. Dari sekitar 58.8 Gt CO₂ eq emisi GRK global, sekitar 73 persen disumbang oleh emisi dari energi fosil (Olivier *et al.*, 2022).

Sektor transportasi udara menjadi salah satu sektor pengguna bahan bakar energi fosil (avtur) yang juga berkontribusi sebesar 2.3 persen dari total emisi GRK global tahun 2020. Transportasi internasional (termasuk *aviation and shipping*) menyumbang emisi GRK global sebesar 0.66 Gt CO₂ eq tahun 1990 kemudian meningkat menjadi 1.44 CO₂ eq pada tahun 2019, namun mengalami penurunan menjadi 1.15 Gt CO₂ eq akibat pandemi Covid-19 tahun 2020 yang diikuti dengan kebijakan pembatasan aktivitas sosial ekonomi (Gambar 1).



Gambar 1. Emisi GRK dari Sektor Transportasi Internasional (*Aviation and Shipping*) Periode Tahun 1990-2020 (Sumber: Olivier *et al.*, 2022)

Sebagian besar emisi yang dihasilkan oleh sektor transportasi internasional tersebut adalah emisi karbon dengan pangsa mencapai 96 persen. Emisi karbon yang dihasilkan mengalami peningkatan yakni dari 0.63 Gt CO₂ tahun 1990 kemudian meningkat menjadi 1.39 CO₂ pada tahun 2019 dan 1.1 Gt CO₂ tahun 2020.

International Civil Aviation Organization (ICAO) sebagai otoritas global dalam bidang penerbangan, juga berfokus untuk berkontribusi dalam penurunan emisi GRK dalam rangka mewujudkan target *Net Zero Emission* (NZE) global pada tahun 2050. Komitmen tersebut diwujudkan dengan dibentuknya *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA). Salah satu program utama dalam skenario CORSIA untuk mewujudkan komitmen

penurunan emisi karbon di sektor penerbangan internasional melalui penerapan *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) atau bioavtur untuk mensubstitusi avtur fosil yang boros emisi.

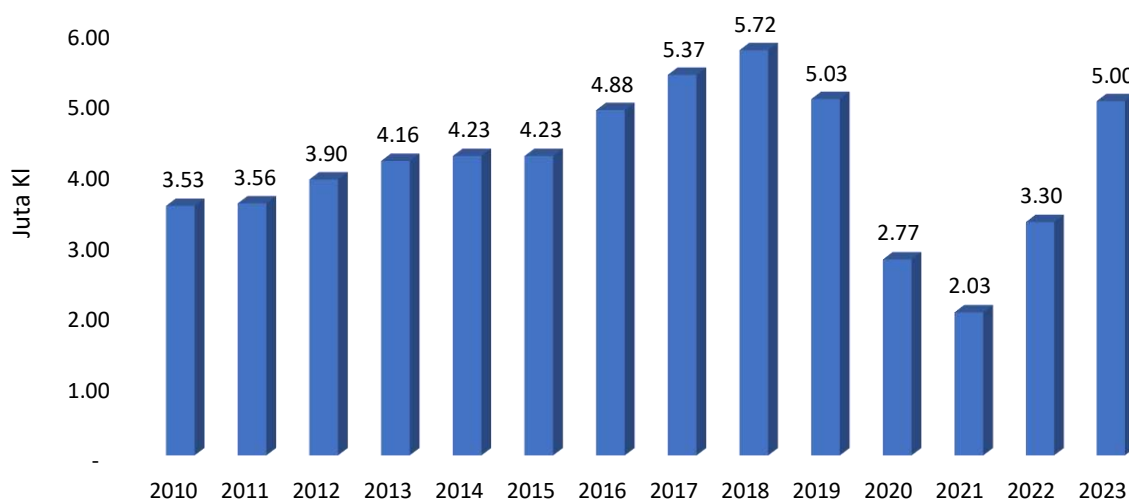
Sebagai negara anggota ICAO, Indonesia tidak hanya mengimplementasikan penggunaan SAF pada sektor penerbangan namun juga turut mengembangkan industri SAF nasional dengan memanfaatkan kelimpahan sumberdaya lokal. Salah satunya sawit (termasuk minyak, *by-product*, dan limbah) berpotensi menjadi *feedstock* atau bahan baku SAF.

Artikel ini akan mendiskusikan terkait potensi SAF (bioavtur) untuk substitusi avtur fosil. Kemudian dilanjutkan dengan diskusi terkait potensi sawit sebagai *feedstock* SAF dan kebijakan mandatori SAF nasional.

SUBSTITUSI AVTUR FOSIL DENGAN SAF/BIOAVTUR

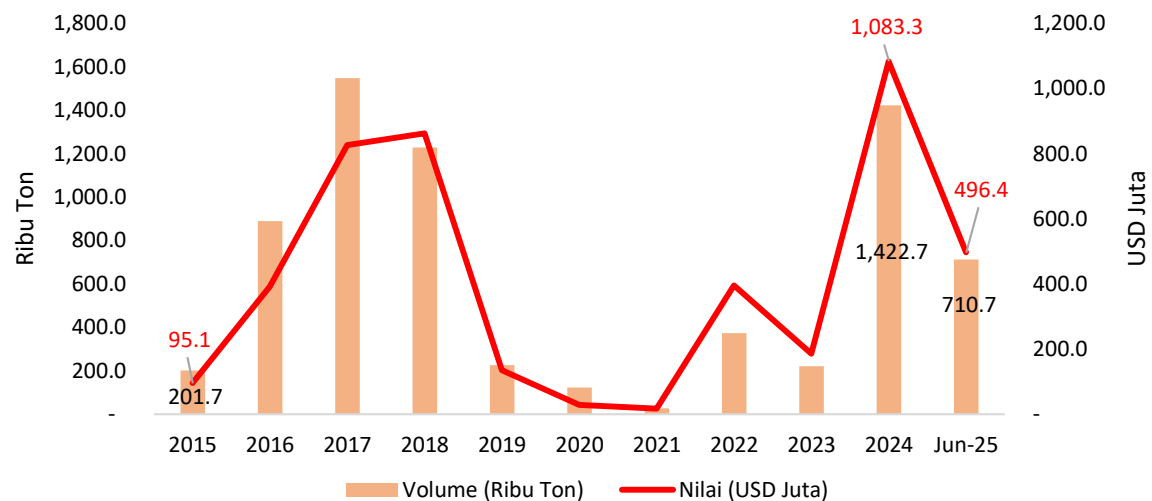
Sebagai negara kepulauan yang memiliki ribuan pulau, sektor penerbangan memiliki peran vital bagi perekonomian Indonesia. Pertumbuhan populasi penduduk, pertumbuhan masyarakat kelas menengah, peningkatan pendapatan dan daya beli, serta berkembangnya sektor pariwisata membuat mobilitas pesawat terbang (mencakup jumlah penumpang dan muatan pengangkutan) baik rute domestik maupun internasional mengalami peningkatan. Hal ini berimplikasi pada meningkatnya konsumsi avtur sebagai bahan bakar pesawat terbang.

Data ESDM dan Pertamina menunjukkan konsumsi avtur Indonesia mengalami peningkatan dari 3.53 juta kiloliter tahun 2010 menjadi 5 juta kiloliter tahun 2023 (Gambar 2). Penurunan konsumsi avtur yang signifikan terjadi pada tahun 2020-2022 sebagai dampak dari masa pembatasan mobilitas masyarakat di masa pandemi Covid-19. Namun seiring dengan pemulihan ekonomi pasca pandemi yang ditunjukkan dengan peningkatan aktivitas dan frekuensi penerbangan (domestik dan internasional) juga berdampak pada peningkatan konsumsi avtur Indonesia tahun 2023.



Gambar 2. Perkembangan Konsumsi Avtur di Indonesia Periode Tahun 2010-2023 (Sumber: ESDM, Pertamina)

Untuk memenuhi besarnya konsumsi avtur tersebut, Indonesia mengimpor avtur fosil (HS 2710.19.81). Impor avtur fosil Indonesia relatif berfluktuasi namun tren masih menunjukkan peningkatan selama periode tahun 2015-2024 (Gambar 3). Volume avtur fosil yang diimpor Indonesia meningkat dari 201.7 ribut ton menjadi 1.4 juta ton. Demikian juga nilai impor mengalami peningkatan dari USD 95.1 juta menjadi USD 1.08 miliar. Untuk periode Januari-Juni 2025, impor avtur fosil tahun 2025 telah mencapai 50 persen dari nilai dan volume impor tahun 2024.



Gambar 3. Perkembangan Volume dan Nilai Avtur Impor Indonesia Periode Tahun 2015-2023 (Sumber: [BPS](#), 2025)

Tren peningkatan volume impor tersebut menunjukkan bahwa Indonesia juga makin tergantung pada avtur fosil. Kondisi ini menyebabkan defisit neraca migas Indonesia semakin besar dan berpotensi menimbulkan kerentanan sektor penerbangan nasional akibat gejolak geopolitik dunia hingga instabilitas sosial-ekonomi dalam negeri. Selain itu, penggunaan avtur fosil pada sektor penerbangan akan mempersulit Indonesia berkontribusi dalam penurunan emisi GRK, mengingat besarnya emisi karbon yang dihasilkan.

Penggunaan *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) atau bioavtur untuk mensubstitusi avtur fosil sebagai bahan bakar pesawat terbang menjadi solusi ganda untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap avtur fosil impor sekaligus menekan jejak karbon pada sektor penerbangan. Mengulang keberhasilan implementasi biodiesel ([PASPI, 2023](#); PASPI Monitor, [2023^b](#); [2024^a](#); [2024^b](#); [2025^c](#)), pencampuran dengan avtur fosil pada tingkat tertentu (*blending rate*) akan mengurangi konsumsi avtur fosil impor sehingga berpotensi dapat menghemat devisa Indonesia.

Pemanfaatan SAF/bioavtur juga menjadi strategi kunci dalam penurunan emisi karbon di sektor penerbangan (transportasi udara). Berbagai publikasi menunjukkan kemampuan SAF dalam mengurangi emisi karbon sebesar 65 persen ([IATA, tt](#)) hingga 80 persen ([Airbus, tt](#)) dibandingkan avtur fosil. Studi Millatie *et al.* (2023) telah mengkompilasi berbagai studi terkait penurunan emisi karbon dari penggunaan SAF (bioavtur) dibandingkan avtur fosil dengan persentase yang cukup tinggi berkisar 36-85 persen (Liu *et al.*, 2021); 38.9-65.2 persen (Zhu *et al.*, 2022); dan 63.7 persen (Zhang *et al.*, 2022).

POTENSI FEEDSTOCK SAF

Indonesia dengan kekayaan sumberdaya nabati memiliki potensi besar dalam pengembangan SAF. Minyak sawit menjadi salah satu bahan baku (*feedstock*) untuk produksi SAF. Secara kimiawi, asam lemak dari minyak sawit sangat mirip dengan susunan hidrokarbon pada bahan bakar fosil. Asam laurat pada minyak inti sawit dapat diubah menjadi undekana atau bioavtur (PASPI Monitor, [2020](#); [2025^a](#)). Dengan menggunakan teknologi *Hydro-processed Esters and Fatty Acid* (HEFA), asam lemak pada minyak inti sawit dapat diolah menjadi SAF (Kemenko Marves, 2024).

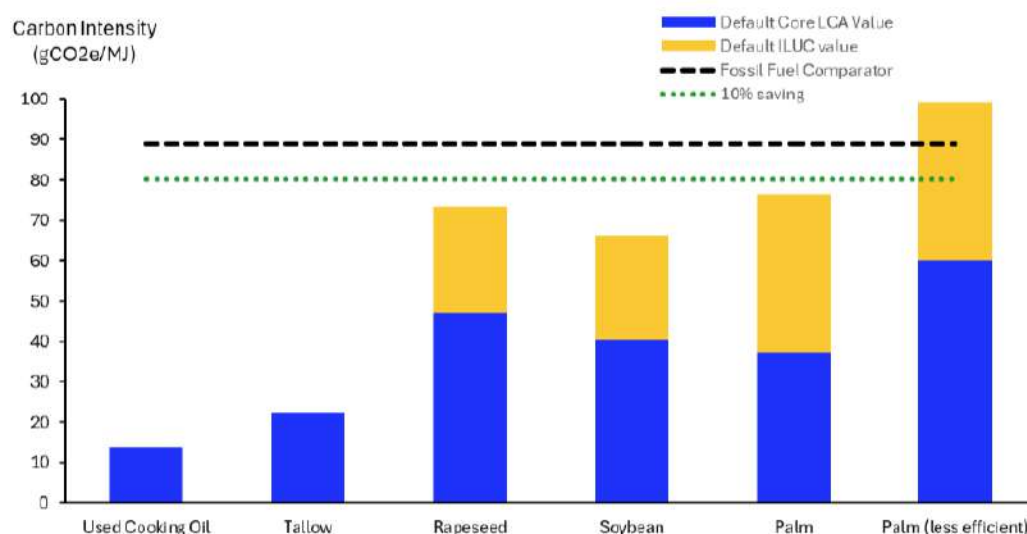
Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit/BPDPKS (sejak 2025 berubah menjadi Badan Pengelola Dana Perkebunan/BPDP) melalui program *Grant Riset Sawit* (GRS) telah memfasilitasi riset inovasi pengembangan bioavtur berbasis minyak sawit (PASPI Monitor, [2025^a](#)). Salah satunya riset Reksowardojo *et al.* (2022) menghasilkan bioavtur sawit dengan *blending rate* sebesar 2.4 persen (J2.4) yang dapat digunakan untuk bahan bakar pesawat. Program GRS juga melahirkan inovasi teknologi Katalis Merah Putih untuk memproduksi biofuel termasuk untuk avtur (Subagjo *et al.*, 2021; 2022).

Hasil riset inovasi GRS tersebut kemudian dikembangkan lebih lanjut dengan skala yang lebih besar. Pada tahun 2021, Kilang Pertamina Internasional (KPI) Cilacap berhasil memproduksi bioavtur dengan menggunakan *feedstock* minyak inti sawit atau *Refined Bleached Deodorized Palm Kernel Oil* (RBDPKO) dengan teknologi *co-processing* dan menggunakan Katalis Merah Putih (KPI, 2025). Tingkat pencampuran (*blending rate*) antara bioavtur tersebut dengan avtur fosil sebesar 2.4 persen atau J2.4. Selanjutnya dilakukan uji penerbangan bioavtur J2.4 dengan menggunakan pesawat CN-235 milik PT Dirgantara Indonesia pada Oktober 2021 dan Garuda Indonesia dengan rute penerbangan Jakarta-Solo pada Oktober 2023. Hasil uji terbang tersebut menunjukkan bahwa kinerja mesin yang stabil tanpa perbedaan signifikan dibandingkan avtur konvensional. Keberhasilan tersebut menimbulkan optimistik dalam pengembangan bioavtur/SAF di Indonesia.

Pengembangan bioavtur/SAF berbasis minyak inti sawit (J2.4) di Indonesia siap untuk masuk ke tahap komersialisasi. Faktor yang mendukung kesiapan tersebut adalah ketersediaan bahan baku dan teknologi HEFA serta kapabilitas eksisting kilang produksi *co-processing* milik KPI sebesar 347 juta kiloliter per tahun (KPI, 2025). Produksi bioavtur/SAF J2.4 juga telah memenuhi sertifikasi teknis untuk aplikasi pada pesawat komersial dan telah lulus uji terbang.

Namun jika dikaitkan dengan skema CORSIA, penggunaan minyak inti sawit sebagai *feedstock* SAF menghadapi tantangan keberlanjutan, khususnya jika *feedstock* tersebut diproduksi tanpa sistem berkelanjutan seperti tidak menggunakan teknologi *methane capture* pada pengelolaan limbah POME (Kemenko Marves, 2024). Sebagai bahan bakar pesawat yang berkelanjutan, SAF harus memenuhi kriteria keberlanjutan CORSIA sehingga dapat tergolong sebagai CORSIA *Eligible Fuel* (ICOA, 2025^a; DGCA, 2025).

Dalam publikasi ICAO (2025^b) mengungkapkan *feedstock* yang memenuhi kriteria sebagai CORSIA *Eligible Fuel* jika nilai *Life Cycle Assessment* (*default core LCA value*) rendah dan tidak terkait secara langsung dengan konversi lahan/deforestasi (*Indirect Land Use Change/ILUC*) setelah 1 Januari 2008. Untuk *feedstock* minyak sawit (ICAO, 2025^b), nilai LCA-nya berkisar 37.4 gCO₂e/Mj (minimum 85 persen biogas dari POME ditangkap dan dioksidasi/dikelola dengan teknologi *methane capture*) hingga 60.0 gCO₂e/Mj (kurang dari 85 persen biogas dari POME ditangkap dan dioksidasi/dikelola dengan teknologi *methane capture*). Nilai LCA untuk minyak sawit tersebut dikoreksi dengan ditambahkan 5.7 gCO₂e/Mj, jika hidrogen yang digunakan berasal dari batu bara. Sementara nilai ILUC untuk minyak sawit yang diproduksi di Indonesia dan Malaysia sebesar 36.6 gCO₂e/Mj. Jika dijumlahkan antara nilai LCA dan ILUC menunjukkan bahwa *carbon intensity* minyak sawit berkisar 73.7 hingga 96.6 gCO₂e/Mj. Sebagai perbandingan, bahan bakar penerbangan konvensional (avtur fosil) memiliki *carbon intensity* sebesar 89 gCO₂e/Mj.



Gambar 4. Perbandingan Nilai Default LCA dan ILUC dari Berbagai *Feedstock* SAF (Sumber: IATA, 2025)

International Air Transport Association (IATA, 2025) merekap nilai LCA dan ILUC (berdasarkan pedoman *default* CORSIA) untuk beberapa *feedstock* SAF (Gambar 4). Minyak sawit yang diproduksi secara berkelanjutan yakni minyak yang diproduksi dari pabrik yang menerapkan pengelolaan limbah yang efisien (misal dengan menggunakan teknologi *methane capture* untuk mengolah POME) mampu memenuhi ambang batas penghematan emisi 10 persen. Sementara untuk minyak sawit yang tidak dikelola dengan efisien dan berkelanjutan akan menghasilkan *carbon intensity* yang lebih tinggi dibandingkan avtur fosil.

Selain minyak sawit, terdapat produk olahan sawit yang berpotensi menjadi bahan baku SAF di Indonesia yakni minyak jelantah (*Used Cooking Oil – UCO*) dan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD). Minyak jelantah dianggap sebagai limbah dari penggunaan minyak goreng sawit, sedangkan PFAD dianggap sebagai *by-product*. Dengan status tersebut, pengurangan emisi siklus hidup dari SAF berbasis minyak jelantah atau PFAD lebih signifikan dibandingkan avtur fosil sehingga menjadikan kedua *feedstock* tersebut termasuk dalam *positive list* sebagai *CORSIA Eligible Fuel* dan mendapatkan sertifikasi keberlanjutan.

Dalam publikasi ICAO (2025^b), nilai LCA (*default core LCA value*) untuk minyak jelantah sebesar 13.9 gCO₂e/Mj (koreksi nilai ditambahkan 5.7 gCO₂e/Mj jika hidrogen yang digunakan berasal dari batu bara dan ditambahkan 4.9 gCO₂e/Mj jika *process heat* dihasilkan dari batu bara). Sementara nilai LCA untuk PFAD sebesar 20.7 gCO₂e/Mj (koreksi nilai ditambahkan 5.7 gCO₂e/Mj jika hidrogen yang digunakan berasal dari batu bara). Publikasi tersebut tidak menyediakan nilai ILUC untuk minyak jelantah dan PFAD. Penggunaan limbah seperti minyak jelantah sebagai bahan baku SAF memberikan keuntungan karena nilai *default* ILUC dianggap nol sehingga dapat mengurangi emisi lebih besar dibandingkan produk primer seperti minyak nabati atau lemak hewani (IATA, 2025).

Pada Gambar 4 juga menunjukkan SAF yang diproduksi dari minyak jelantah akan menghasilkan penghematan emisi karbon (*carbon intensity*) yang paling rendah dibandingkan SAF berbasis *feedstock* lain. Kemampuan reduksi emisi karbon dari penggunaan SAF berbasis minyak jelantah relatif tinggi yakni sekitar 84 persen dibandingkan avtur fosil (ICAO, 2021; Kemenko Marves, 2024). Pemanfaatan limbah minyak jelantah ini juga mendukung ekonomi sirkuler sehingga nilai keberlanjutannya semakin tinggi.

Hal inilah yang melatarbelakangi upaya pemerintah untuk mengembangkan SAF berbasis minyak jelantah (UCO) di Indonesia. Dengan potensi minyak jelantah yang berhasil dikumpulkan sebanyak 3 juta kiloliter (TNP2K, 2020; Prasetiawan, 2022) atau sekitar 3.9 juta ton per tahun pada tahun 2023 (Kemenko Marves, 2024) diharapkan mampu mendukung pengembangan SAF yang memenuhi kriteria berkelanjutan CORSIA. Keunggulan lainnya adalah penggunaan teknologi jalur HEFA untuk mengolah minyak jelantah (maupun RBDPKO) menjadi SAF tergolong sebagai teknologi yang relatif matang, aman, dan sudah dikembangkan di Indonesia.

Kilang Pertamina Internasional (KPI) berhasil memproduksi SAF berbasis minyak jelantah dengan merek dagang Pertamina SAF. Produksi Pertamina SAF dilakukan dengan kilang dengan teknologi *co-processing* dan menggunakan Katalis Merah Putih. Pada tahap awal produksi, KPI menargetkan kapasitas produksi sebesar 9 metrik barrel dengan komposisi sebesar 2-3 persen minyak jelantah.

Pertamina SAF yang dihasilkan juga telah memenuhi standar internasional ASTM D1655 dan DefStan 91-091. Aspek keselamatan penggunaan Pertamina SAF ini juga telah teruji pada penerbangan komersial dengan menggunakan maskapai Pelita Air rute Jakarta-Denpasar pada Agustus 2025. Selain itu, Pertamina SAF juga memiliki *International Sustainability and Carbon Certification* (ISCC), dimana sertifikat tersebut diberikan untuk skema CORSIA dan *Renewable Energy Directive-European Union* (RED-EU).

Selain minyak inti sawit, PFAD, dan minyak jelantah, produk sampingan (*joint product*) dari tanaman sawit juga masih menyimpan potensi sebagai alternatif *feedstock* SAF yang lebih berkelanjutan. Produk yang dimaksud adalah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Kedua *feedstock* ini tergolong sebagai kelompok limbah yang berpotensi memenuhi kriteria *CORSIA Eligible Fuel* dan mendapatkan sertifikasi keberlanjutan. Dengan

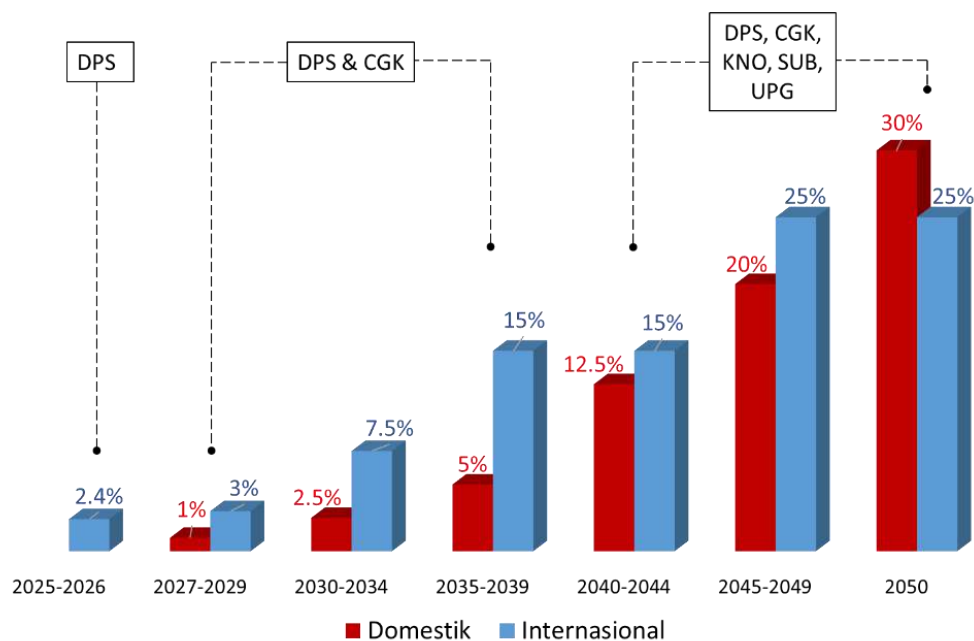
menggunakan teknologi jalur HEFA, limbah POME yang kaya senyawa organik dan fraksi lipid berpotensi untuk diolah menjadi SAF. Sementara itu dengan menggunakan jalur teknologi *Fischer-Tropsch* atau *Alcohol-to-Jet*, biomassa TKKS yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku SAF di masa depan.

KEBIJAKAN MANDATORI SAF NASIONAL

Indonesia memerlukan kebijakan strategis untuk mengimplementasikan SAF pada sektor penerbangan. Pengalaman Indonesia dalam menerapkan mandatori biodiesel (substitusi solar fosil dengan biodiesel sawit) yang dinilai sangat berhasil dapat diterapkan untuk pengembangan SAF. Kebijakan yang dimaksud adalah kebijakan mandatori SAF nasional.

Selain menetapkan mandat penggunaan SAF pada maskapai penerbangan dengan rute internasional dan domestik, pemerintah juga menetapkan target pencampuran SAF yang makin meningkat dari tahun ke tahun. Penetapan target pencampuran SAF menjadi strategi yang paling efektif dan efisien untuk menjamin pengadopsian SAF oleh maskapai penerbangan sekaligus memberikan sinyal yang pasti bagi industri untuk mendorong investasi dalam produksi SAF.

Kementerian ESDM telah menyusun *roadmap* usulan persentase minimal pemanfaatan bioavtur/SAF (ESDM, 2025). Mandatori bioavtur/SAF tersebut terbagi dengan minimum *blending rate* sebesar 3 persen pada periode 2026-2028 yang diimplementasikan di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai (DPS) dan Bandara Internasional Soekarno Hatta (CGK) serta minimum *blending rate* sebesar 5 persen pada periode 2029-2035 yang diimplementasikan di seluruh bandara internasional di Indonesia.



Gambar 5. *Roadmap* Kebijakan Mandatori SAF di Indonesia Periode Tahun 2025 – 2050 (Sumber: Kemenko Marves, 2024)

Lebih rinci, Kemenko Marves (2024) juga telah menyusun peta jalan atau *roadmap* mandatori SAF bagi penerbangan domestik dan internasional selama periode tahun 2025-2050 (Gambar 5). Dalam *roadmap* tersebut membagi dalam tiga fase yakni: (1) Fase A (pra-mandatori SAF nasional periode 2025-2026) yakni pengembangan kemitraan *off-take* awal antara produsen dan/atau distributor SAF J2.4 dengan maskapai penerbangan internasional di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai (DPS); (2) Fase B yakni mandatori SAF nasional yang berlaku untuk maskapai penerbangan domestik dan internasional di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai (DPS) dan Bandara Internasional Soekarno Hatta (CGK); dan (3) Fase C yakni perluasan mandatori SAF nasional yang berlaku untuk maskapai penerbangan domestik dan internasional di Bandara Internasional I

Gusti Ngurah Rai (DPS), Bandara Internasional Soekarno Hatta (CGK), Bandara Internasional Kualanamu (KNO), Bandara Internasional Juanda (SUB), dan Bandara Internasional Sultan Hassanudin (UPG). Dalam *roadmap* tersebut juga telah ditetapkan target pencampuran SAF di Indonesia sebesar 40 persen pada tahun 2055 dan 50 persen pada tahun 2060.

Kebijakan mandatori SAF dengan target *blending rate* yang terus meningkat secara berkala menjadi instrumen utama dalam rangka dekarbonisasi dari sektor penerbangan. Diperkirakan pengurangan emisi karbon akibat implementasi mandatori SAF nasional mencapai 229.1 juta ton CO₂ selama periode tahun 2027-2060 (Kemenko Marves, 2024). Implementasi mandatori SAF mampu membuat langit menjadi "lebih hijau" karena emisi karbon yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan mandatori SAF mendukung upaya Indonesia mengimplementasikan *Enhanced Nationally Determined Contribution* (ENDC) dalam rangka menurunkan emisi GRK untuk dan mencapai *Net Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060.

Implementasi mandatori SAF nasional juga diharapkan dapat menjadi kebijakan strategis dalam rangka menurunkan ketergantungan Indonesia terhadap avtur fosil impor sehingga dapat mewujudkan kedaulatan dan ketahanan energi nasional. Pengembangan SAF berbasis sawit (minyak inti sawit, minyak jelantah, PFAD, POME, biomassa tandan kosong) juga dapat dilihat sebagai bentuk hilirisasi sawit di dalam negeri yang bermanfaat bagi penciptaan pertumbuhan ekonomi baru bagi Indonesia melalui penyerapan tenaga kerja, peningkatan nilai tambah, dan sumber pendapatan.

KESIMPULAN

Pengembangan SAF di Indonesia menjadi solusi strategis untuk mengurangi ketergantungan terhadap avtur fosil impor yang terus meningkat dan semakin membebani devisa, sekaligus turut mewujudkan komitmen untuk mengurangi emisi GRK menuju NZE pada tahun 2060. Sejak tahun 2021, Indonesia telah mencatat tonggak penting dengan keberhasilan memproduksi SAF/bioavtur dari minyak inti sawit (RBDPKO) dengan *blending rate* sebesar 2.4 persen atau dikenal dengan J2.4. Namun, jika dikaitkan dengan skema CORSIA ICAO, penggunaan RBDPKO masih menghadapi tantangan isu keberlanjutan.

Oleh karena itu, inovasi kemudian diarahkan dengan pemanfaatan berbasis minyak jelantah (limbah dari minyak goreng sawit) sebagai *feedstock* SAF yang dinilai lebih memenuhi kriteria keberlanjutan sebagai CORSIA *Eligible Fuel*. Kilang Pertamina Internasional (KPI) telah berhasil memproduksi SAF berbasis minyak jelantah dengan merek dagang Pertamina SAF. Produk tersebut telah memenuhi sertifikasi teknis untuk aplikasi pada pesawat komersial dan telah lulus uji terbang dengan rute Jakarta-Denpasar, bahkan telah meraih sertifikat keberlanjutan ISCC CORSIA dan RED-EU.

Namun keberhasilan teknologi dan uji terbang tersebut tidak serta merta menjamin adopsi oleh industri penerbangan. Untuk menjamin pengadopsian SAF oleh maskapai penerbangan, pemerintah perlu menerapkan kebijakan mandatori SAF nasional dengan target pencampuran (*blending rate*) yang makin meningkat dari tahun ke tahun serta memperluas ketersediaan infrastruktur pengisian SAF di bandara utama. Pemerintah juga telah menyusun *roadmap* mandatori SAF nasional yang dimulai pada tahun 2027 dengan *blending rate* sebesar 1 persen untuk maskapai penerbangan rute domestik dan 3 persen untuk maskapai penerbangan rute internasional hingga tahun 2060 dengan *blending rate* SAF yang terus meningkat mencapai 50 persen.

IMPLIKASI KEBIJAKAN

Mandatori SAF nasional dengan target pencampuran (*blending rate*) yang makin meningkat dari tahun ke tahun menjadi kebijakan strategis dan efektif untuk menjamin pengadopsian SAF oleh maskapai penerbangan. Kebijakan tersebut juga berfungsi sebagai sinyal bagi industri untuk mendorong investasi dalam pengembangan dan produksi SAF di Indonesia. Agar kebijakan ini berjalan efektif, diperlukan dukungan instrumen lain seperti insentif untuk lembaga riset inovasi dan pengembangan teknologi industri serta insentif penyeimbang harga (subsidi) untuk meredam

potensi kenaikan harga tiket yang membebani konsumen. Dengan kombinasi kebijakan yang komprehensif, mandatori SAF nasional tidak hanya membantu Indonesia untuk mewujudkan target penurunan emisi karbon (dekarbonisasi), tetapi juga memperkuat kedaulatan dan ketahanan energi nasional dengan mengurangi ketergantungan avtur impor serta menciptakan pertumbuhan ekonomi baru melalui hilirisasi bioenergi/biofuel yang berkelanjutan.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana dari Badan Pengelola Dana Perkebunan (BPDP) dalam penyusunan artikel diseminasi dan *policy brief* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Airbus. tt. *What Makes Sustainable Aviation Fuel (SAF) Sustainable?*. <https://www.airbus.com/en/innovation/energy-transition/our-commitment-to-saf/sustainable-aviation-fuels>
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025. *Nilai dan Volume Impor Barang Indonesia: Avtur (HS 2710.19.81)*. <https://www.bps.go.id/id/exim>
- [DGCA] Directorate General of Civil Aviation – Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2025. *Scaling Up the Implementation of Sustainable Aviation Fuel in Indonesia*. Materi Paparan pada Seminar Peluang dan Tantangan Industri Bioenergi Menyongsong Indonesia Emas 2045 yang diselenggarakan APROBI (Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia) pada tanggal 17 Juli 2025 di Jakarta.
- [ESDM] Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia. 2025. *Arah dan Kebijakan Bioenergi untuk Ketahanan Energi Menyongsong Indonesia Emas 2045*. Materi Paparan pada Seminar Peluang dan Tantangan Industri Bioenergi Menyongsong Indonesia Emas 2045 yang diselenggarakan APROBI (Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia) pada tanggal 17 Juli 2025 di Jakarta.
- [IATA] International Air Transport Association. tt. *Developing Sustainable Aviation Fuel (SAF)*. <https://www.iata.org/en/programs/sustainability/sustainable-aviation-fuels/>
- [IATA] International Air Transport Association. 2025. *Life Cycle Analysis (LCA) and SAF Sustainability*. <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/lifecycle-analysis-lca-and-saf-sustainability/>
- [ICAO] International Civil Aviation Organization. 2021. *ICAO Document: CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels, Third Edition*.
- [ICAO] International Civil Aviation Organization. 2025a. *ICAO Document: CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels*. <https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Eligible%20Fuels/ICAO-document-05-Sustainability-Criteria-June-2025.pdf>
- [ICAO] International Civil Aviation Organization. 2025b. *ICAO Document: CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels, Sixth Edition*. <https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Eligible%20Fuels/ICAO-document-06-Default-Life-Cycle-Emissions-June-2025.pdf>
- [Kemenko Marves] Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Republik Indonesia. 2024. *Peta Jalan Pengembangan Industri Sustainable Aviation Fuel (SAF) Indonesia*. https://maritim.go.id/category_magazine/majalah-marves

- [Kemenko Marves] Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Republik Indonesia. 2024. *Peta Jalan Pengembangan Industri Sustainable Aviation Fuel (SAF) Indonesia*. https://maritim.go.id/category_magazine/majalah-marves
- [KPI] Kilang Pertamina Internasional. 2025. *Fostering Renewable Biofuel Development Green Refinery PT. KPI and Pertamina*. Materi Paparan pada Seminar Peluang dan Tantangan Industri Bioenergi Menyongsong Indonesia Emas 2045 yang diselenggarakan APROBI (Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia) pada tanggal 17 Juli 2025 di Jakarta.
- Liu H, Zhang C, Tian H, Li L, Wang X, Qiu T. 2021. Environmental and Techno-Economic Analysis of Bio-Jet Fuel Produced from Jatropha and Castor Oilseeds in China. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 26(22): 1071-1084. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-021-01914-0>
- Millatie PA, Thamrin S, Murtiana S, Fajriyah L. 2023. Analisis Siklus Hidup Bioavtur dan Dampaknya terhadap Lingkungan: Jurnal Review. *Jurnal Kewarganegaraan*. 7(2): 1862-1869. <https://doi.org/10.31316/jk.v7i2.5508>
- Olivier JGJ, Schure KM, Peters JAHW. 2022. *Trends in Global CO2 and Total Greenhouse Gas Emissions: 2021 Summary Report*. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2022-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2021-summary-report-4758.pdf>
- [PASPI] Palm Oil Agribusiness Strategic Policy Institute. 2023. *Mitos dan Fakta Industri Minyak Sawit Indonesia dalam Isu Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan Global*. Edisi Keempat. Bogor (ID): PASPI.
- PASPI Monitor. 2020. Katalis Merah-Putih: Jalan untuk Mewujudkan Visi Bangsa Indonesia Menuju Ketahanan Energi Nasional melalui Biohidrokarbon Sawit. 1(27): 183-190. <https://palmoilina.asia/wp-content/uploads/2020/09/27.-KATALIS-MERAH-PUTIH-JALAN-UNTUK-MEWUJUDKAN-VISI-BANGSA-INDONESIA-MENUJU-KETAHANAN-ENERGI-NASIONAL-MELALUI-BIOHIDROKARBON-SAWIT.pdf>
- PASPI Monitor. 2023a. COP-28 Dubai Summit, Emisi Energi Fosil, dan Bioenergi Sawit. *Journal of Analysis Palm Oil Strategic Issues*. 4(14): 833-840. <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/jalur-biofuel-complex-sawit/>
- PASPI Monitor. 2023b. Peran Strategis Kebijakan Mandatori Biodiesel Sawit dalam Ekonomi Indonesia. *Artikel Diseminasi dan Policy Brief*. 1(3). <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/strategis-kebijakan-mandatori/>
- PASPI Monitor. 2023c. Dampak Mandatori Biodiesel Bagi Perekonomian Daerah dan Pendapatan Rumah Tangga. *Artikel Diseminasi dan Policy Brief*. 1(10). <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/dampak-biodiesel-sawit/>
- PASPI Monitor. 2024a. Kontribusi Sawit sebagai Sumber Devisa dan Surplus Neraca Perdagangan Indonesia. *Journal of Analysis Palm Oil Strategic Issues*. 4(19): 869-874. <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/sawit-sumber-devisa-nasional/>
- PASPI Monitor. 2024b. Menikmati dan Menanggung Biaya Bersama Mandatori Biodiesel Domestik. *Artikel Diseminasi dan Policy Brief*. 1(20). <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/mandatori-biodiesel-evaluasi/>
- PASPI Monitor. 2025a. Inovasi Diversifikasi Bioenergi Berbasis Sawit untuk Substitusi Energi Fosil. *Journal of Analysis Palm Oil Strategic Issues*. 5(2): 9-20. <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/bioenergi-berbasis-sawit/>
- PASPI Monitor. 2025b. Keunggulan dan Inovasi Pemanfaatan Biomassa Sawit: Merubah "Limbah" menjadi "Emas". *Journal of Analysis Palm Oil Strategic Issues*. 5(3): 21-32. <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/pemanfaatan-biomassa-sawit/>
- PASPI Monitor. 2025c. Infografis - Multimanfaat Pengembangan Biodiesel Bagi Indonesia Tahun 2008 – 2024. <https://palmoilina.asia/berita-sawit/multimanfaat-pengembangan-biodiesel/>

- Prasetiawan T. 2022. Pemanfaatan Jelantah di Tengah Carut Marut Tata Kelola Minyak Goreng. *Info Singkat: Kajian terhadap Isu Aktual dan Strategis DPR RI*. 14(9): 19-24. https://berkas.dpr.go.id/pusaka/files/info_singkat/Info%20Singkat-XIV-9-I-P3DI-Mei-2022-223.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Reksowardojo IK, Zain R, Atmadi S, Caryanto FV, Abdullah RM, Poetro RE, Zulkarnain MF. 2022. *Pengujian Bioavtur J2.4 pada Uji Terbang Pesawat Cn235- 220*. Grant Riset Sawit 2022: Ringkasan Penelitian. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit.
- Subagjo, Makertihartha IGBN, Laniwati M, Rasrendra CB, Grandprix TMK, Rizkiana J, Panduwinoto H, Reksowardojo IK, Zain R. 2021. *Inovasi Lanjut Katalis dan Teknologi "Merah-Putih" untuk Produksi Co-Processing Produksi Bahan Bakar Nabati dari Minyak Sawit*. Grant Riset Sawit 2021: Ringkasan Penelitian. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit.
- Subagjo, Makertihartha IGBN, Laniwati M, Rasrendra CB, Grandprix TMK, Rizkiana J, Panduwinoto H, Reksowardojo IK, Zain R. 2022. *Inovasi Lanjut Katalis dan Teknologi "Merah-Putih" untuk Produksi Bahan Bakar Nabati dari Minyak Sawit*. Grant Riset Sawit 2022: Ringkasan Penelitian. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit.
- [TNP2K] Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan. 2020. *Pemanfaatan Minyak Jelantah Untuk Produksi Biodiesel dan Pengentasan Kemiskinan di Indonesia*. Materi Paparan pada Kajian Bersama yang diselenggarakan Traction Energy Asia pada tanggal Oktober 2020.
- Zhang Z, Wei K, Li J, Wang Z. 2022. Life-Cycle Assessment of Bio-Jet Fuel Production from Waste Cooking Oil via Hydroconversion. *Energies*. 15(18): 6612. <https://doi.org/10.3390/en15186612>
- Zhu X, Xiao J, Wang C, Zhu L, Wang S. 2022. Global Warming Potential Analysis Of Bio-Jet Fuel Based On Life Cycle Assessment. *Carbon Neutrality*. 1(25). https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2022CarNe...1...25Z/doi:10.1007/s43979-022-00026-4