

SUMBER ENERGI ALTERNATIF DARI SUMBER HAYATI: BIOFUEL SEBAGAI SOLUSI BERKELANJUTAN

Oleh: Mikael Ekza

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma

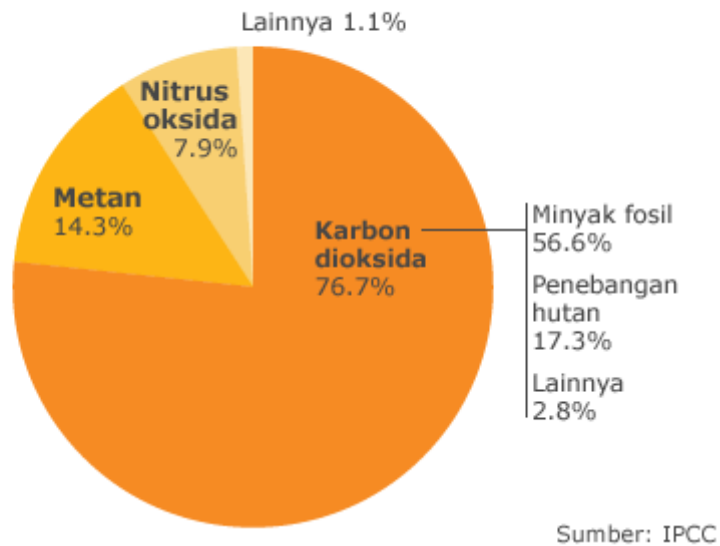
Permasalahan Energi dan Upaya Saat Ini dalam Penanganannya

Ditengah berkembangnya teknologi di bidang otomotif, terdapat EV atau electric vehicle dan juga kendaraan yang masih menggunakan bahan bakar bensin. Seperti yang saya tahu, bahan bakar tersebut didapat dengan menambang minyak bumi, batubara, dan gas alam yang saat ini telah menjadi isu krusial yang tidak bisa diabaikan. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), konsumsi energi fosil masih mendominasi bauran energi nasional Indonesia, menyumbang emisi gas rumah kaca (GRK) yang mempercepat perubahan iklim, polusi udara, dan degradasi lingkungan (Kementerian ESDM, 2023).

Di Indonesia, proyeksi Badan Pusat Statistik (BPS) dan ESDM menunjukkan bahwa permintaan energi akan meningkat 2-3 kali lipat hingga 2050, mencapai sekitar 3.289 juta SBM (Satuan Batu Bara Miyar), sementara cadangan fosil semakin menipis (Badan Pusat Statistik, 2020; Kementerian ESDM, 2019). Hal ini mendorong pencarian sumber energi alternatif yang berkelanjutan, sejalan dengan target Sustainable Development Goals (SDGs) tujuan 7, yaitu memastikan akses energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan, dan modern bagi semua pada tahun 2030, seperti yang ditekankan oleh Kementerian ESDM melalui program Energi Berkeadilan (Kementerian ESDM, 2021).

Gas rumah kaca utama

Berdasarkan jenis gas rumah kaca global, 2004



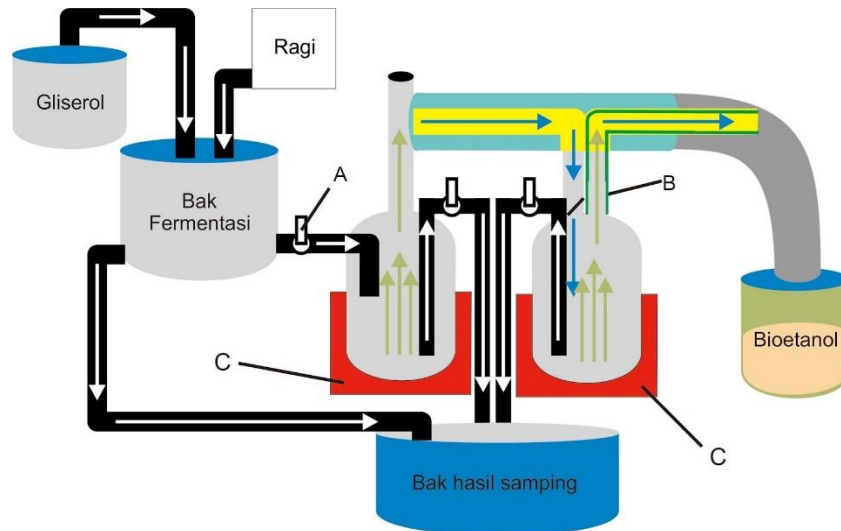
Gambar 1: Penyumbang Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia [1]

Salah satu upaya preventif adalah diversifikasi energi melalui biofuel, yang berasal dari sumber hayati seperti tanaman, limbah pertanian, dan mikroorganisme. Biofuel dianggap sebagai solusi karena bersifat terbarukan, biodegradable, dan non-toksik, sehingga dapat mengurangi emisi karbon secara signifikan dibandingkan fosil fuel (Siregar et al., 2013). Di Indonesia, program pemerintah seperti mandatori biodiesel B30 (campuran 30% biodiesel dengan diesel fosil) telah diterapkan sejak 2020 untuk mengurangi impor minyak dan mendukung petani kelapa sawit, dengan proyeksi peningkatan ke B40 pada 2025 yang menargetkan 16 juta kiloliter (Kementerian ESDM, 2024). Namun, tantangan seperti kompetisi lahan pangan dan dampak lingkungan perlu diatasi untuk memaksimalkan manfaatnya, sebagaimana dibahas dalam ulasan nasional tentang keberlanjutan biofuel (Yohanes, 2024).

Biofuel sebagai Alternatif Sumber Energi dari Hayati

Biofuel dapat dikategorikan berdasarkan sumber dan proses produksinya. Pertama, bioethanol diproduksi dari bahan hayati kaya karbohidrat seperti tebu, jagung, atau lignoselulosa melalui proses fermentasi. Proses ini melibatkan hidrolisis enzimatis untuk memecah pati menjadi gula sederhana, diikuti fermentasi oleh ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang menghasilkan etanol dan CO₂. Menurut ulasan nasional, bioethanol dari lignoselulosa seperti jerami padi atau bagas tebu

memiliki potensi tinggi karena tidak bersaing dengan pangan, dengan yield hingga 300-400 liter per ton biomassa kering, dan potensi nasional mencapai 15% substitusi energi fosil pada 2050 (Afrizal, 2024; Siregar et al., 2013).



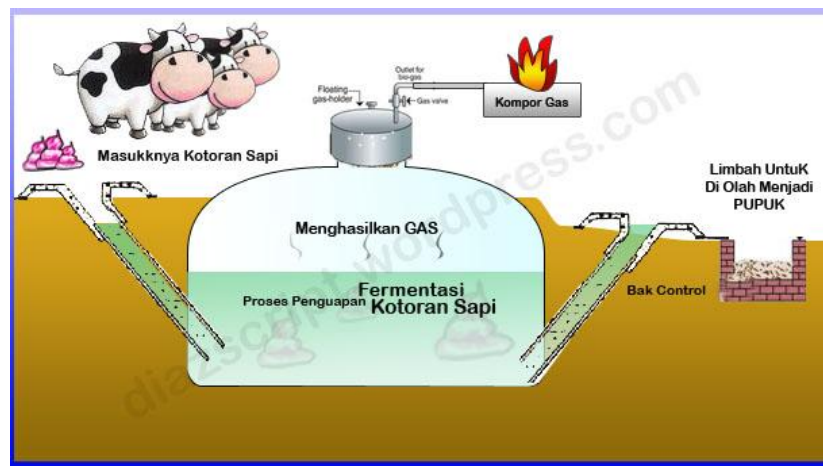
Gambar 2 : Skema Pembuatan Bioetanol [2]

Kedua, biodiesel berasal dari minyak nabati atau lemak hewani melalui transesterifikasi, di mana trigliserida bereaksi dengan metanol dan katalis (seperti NaOH) untuk menghasilkan metil ester dan gliserol. Di Indonesia, biodiesel dari minyak sawit mendominasi, dengan produksi mencapai 13,4 juta ton pada 2024 dan proyeksi 15,6 juta kiloliter pada 2025 (Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia, 2025). Proses ini efisien pada suhu 60-70°C dan tekanan atmosferik, menghasilkan bahan bakar yang mirip diesel fosil dengan nilai kalor sekitar 37-40 MJ/kg, sebagaimana dianalisis dalam studi lokal tentang dampak ekologi (Yohanes, 2024).



Gambar 3 : Skema Pembuatan Biodiesel [3]

Ketiga, biogas diproduksi melalui digestasi anaerobik limbah organik seperti kotoran ternak atau limbah pertanian oleh bakteri metanogen. Proses ini terjadi dalam empat tahap: hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis, menghasilkan gas metana (60-70%) dan CO₂. Biogas dapat digunakan untuk pembangkit listrik atau bahan bakar kendaraan, dengan potensi mengurangi emisi GRK hingga 80% dibandingkan gas alam, dan kontribusi 100% dari potensinya bisa menghemat 982 juta SBM energi fosil per tahun (Siregar et al., 2013; Kementerian ESDM, 2021).



Gambar 4 : Skema Pembuatan Biogas [4]

Faktor yang mempengaruhi produksi biofuel termasuk suhu, pH, dan katalis. Misalnya, pada bioethanol, pretreatment lignoselulosa dengan asam atau enzim meningkatkan efisiensi hingga 90%. Namun, biofuel katalitik seperti penggunaan enzim atau katalis heterogen dapat menurunkan biaya energi dan meningkatkan yield, terutama untuk biodiesel sawit di Indonesia (Yohanes, 2024; Afrizal, 2024).

Analisis Biofuel dengan Bahan Bakar Konvensional

Biofuel perlu dianalisis karakteristiknya untuk dibandingkan dengan fosil fuel. Beberapa parameter kunci adalah densitas, viskositas, nilai kalor, dan emisi. Berikut rangkuman dari berbagai studi nasional:

Parameter Satuan	Diesel Fosil	Biodiesel (Sawit)	Bioethanol	Biogas	Referensi
Densitas g/cm ³	0.82-0.85	0.86-0.90	0.79	-	[Yohanes, 2024]
Viskositas cSt	2-4.5	3.5-5.0	1.1	-	[Siregar et al., 2013]
Nilai Kalor MJ/kg	42-45	37-40	27	20-25 (MJ/m ³)	[Afrizal, 2024]
Emisi CO ₂ g/MJ	74	50-60	40-50	20-30	[Kementerian ESDM, 2023]

Tabel 1 : Rangkuman karakteristik biofuel dari sumber hayati

Hasil analisis menunjukkan biofuel memiliki emisi lebih rendah, meskipun nilai kalor sedikit lebih kecil. Uji coba pada mesin menunjukkan biodiesel mengurangi emisi CO hingga 50% dan partikulat hingga 30%, sementara bioethanol meningkatkan efisiensi pembakaran, dengan potensi penghematan devisa hingga miliaran rupiah melalui program mandatori (Siregar et al., 2013; Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia, 2025). Namun, isu seperti deforestasi untuk lahan sawit perlu mitigasi melalui sertifikasi berkelanjutan, sebagaimana direkomendasikan dalam regulasi ESDM (Kementerian ESDM, 2024).

Kesimpulan

Pengembangan biofuel dari sumber hayati merupakan upaya potensial untuk mengatasi krisis energi dan dampak lingkungan. Proses produksi yang efisien dan katalis mampu meningkatkan kualitas, membuatnya kompetitif dengan fosil fuel. Dengan kebijakan tepat seperti peningkatan mandatori B40 pada 2025, biofuel dapat mendukung transisi energi berkelanjutan di Indonesia dan global (Kementerian ESDM, 2024; Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia, 2025).

Daftar Pustaka

- Afrizal. (2024). Masa depan dan pengembangan bioetanol di Indonesia. *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 1-15. <https://doi.org/10.1234/agri.v18i2.123>
- Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia. (2025). Proyeksi produksi biodiesel 2025: APROBI dorong B50. <https://www.aprobi.or.id/proyeksi-produksi-biodiesel-2025-aprobi-dorong-peningkatan-kapasitas-b50/>
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Outlook energi Indonesia 2019*. BPS.
- Kementerian ESDM. (2019). *Rencana umum energi nasional (RUEN)*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kementerian ESDM. (2021). Dirjen EBTKE: Program energi berkeadilan sejalan dengan upaya pencapaian SDG 7. <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ebtke/dirjen-ebtke-program-energi-berkeadilan-sejalan-dengan-upaya-pencapaian-sdg-7>
- Kementerian ESDM. (2023). *Potensi energi baru terbarukan (EBT) Indonesia*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/potensi-energi-baru-terbarukan-ebt-indonesia>
- Kementerian ESDM. (2024). Strategi menuju masa depan energi hijau. <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8681/strategi-menusu-masa-depan-energi-hijau?lang=1>
- Siregar, I. Z., Nurrachman, & Syahputra, E. (2013). Strategi pengembangan energi terbarukan: Studi pada biodiesel, bioethanol, biomassa, dan biogas di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 4(1), 1-20. <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/763>
- Yohanes. (2024). Review of biodiesel analysis inside ecological impacts and future developments. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 10(2), 100-115. <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekayasahijau/article/view/8757>