

Analisis Biaya Ekonomi Serta Dampak Lingkungan Penggunaan Gasoline dan Biofuel Sebagai Bahan Bakar Transportasi

**Prisila Dinanti¹, Sri Sundari², Rudy Laksmono³
Try Ridho Ramadhan⁴, Leo Sianipar⁵**

^{1, 2, 3, 5}Program Studi S2 Ketahanan Energi, Fakultas Manajemen Pertahanan, Universitas
Pertahanan Republik Indonesia

⁴Program Studi S1 Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Pertahanan Republik Indonesia
*prisiladinanti3@gmail.com¹, srisundari65@yahoo.com², rlwidayatno@gmail.com³
tryridho.trr@gmail.com⁴, peterleomedia@gmail.com⁵*

ABSTRACT

Global warming is not the newest issue we are facing. Until now, the issue of global warming is still a topic of discussion among world-class researchers. Global warming is the increase in the earth's temperature or the average temperature of the atmosphere, sea and earth's land that we are experiencing today. The amount of carbon obtained at this time is the result of industrial, transportation, household and commercial activities in the use of energy consumption. In order to suppress rising temperatures, the government has made the decision to continue its commitment to reducing greenhouse gas emissions by taking a number of strategic steps in the management of the energy, transportation and energy sectors. The government's strategy in the transportation sector is to transition oil-fueled vehicles into electric motorized vehicles. The strategic step to reduce fossil energy consumption is to increase the production of environmentally friendly energy such as bioethanol. However, mixing bioethanol as an environmentally friendly alternative fuel faces problems. Related to the obstacles that become obstacles due to the relatively high cost of bioethanol production, resistance from local entrepreneurs, and limited supply. This writing is by applying the Literature Review method. Literature review contains descriptions of theories, findings and other research materials derived from reference materials as the basis for research activities. In terms of economic and environmental aspects, the use of bioethanol in vehicle fuel can be an alternative solution that must be continuously developed and produced.

Keywords : *Biofuels, Economic Costs, Gasoline, GHG Emissions, Environment.*

ABSTRAK

Pemanasan global bukanlah isu terbaru yang kita hadapi. Hingga saat ini, isu pemanasan global masih menjadi topik perbincangan dikalangan peneliti tingkat dunia. Pemanasan global adalah peningkatan suhu bumi atau suhu rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi yang telah kita rasakan saat ini. Jumlah karbon yang didapat saat ini merupakan hasil dari kegiatan industri, transportasi, rumah tangga dan komersial dalam pemakaian konsumsi energi. Dalam rangka menekan suhu yang terus meningkat, pemerintah telah mengambil keputusan untuk melanjutkan komitmen penurunan emisi gas rumah kaca dengan melakukan sejumlah langkah strategis dalam pengelolaan sektor energi, sektor transportasi dan energi. Strategi yang dilakukan pemerintah di sektor transportasi adalah dengan melakukan transisi kendaraan berbahan bakar minyak menjadi kendaraan motor bertenaga listrik. Langkah strategi mengurangi konsumsi energi fosil ialah dengan meningkatkan produksi energi ramah lingkungan seperti bioetanol. Namun, pencampuran bioetanol sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan mengalami kendala. Terkait dengan kendala yang menjadi hambatan

dikarenakan biaya produksi bioetanol yang cukup tinggi, penolakan dari pengusaha lokal, serta terbatasnya pasokan. Penulisan ini adalah dengan menerapkan metode *Literature Review*. Tinjauan pustaka (Literature Review) berisi uraian tentang teori, temuan dan bahan penelitian lainnya yang berasal dari bahan referensi sebagai dasar kegiatan penelitian. Dari segi aspek Ekonomi dan Lingkungan, bahwa penggunaan bioetanol pada bahan bakar kendaraan dapat menjadi solusi alternatif yang harus terus dikembangkan dan diproduksi.

Kata kunci : Biofuel, Biaya Ekonomi, Gasoline, Emisi GRK, Lingkungan.

PENDAHULUAN

Pemanasan global bukanlah isu terbaru yang kita hadapi. Hingga saat ini, isu pemanasan global masih menjadi topik perbincangan dikalangan peneliti tingkat dunia. Pemanasan global adalah peningkatan suhu bumi atau suhu rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi yang telah kita rasakan saat ini. Dampak tersebut terjadi akibat dari kurangnya rasa peduli manusia dalam menjaga dan merawat kelestarian bumi untuk keberlanjutan kondisi bumi di masa depan.

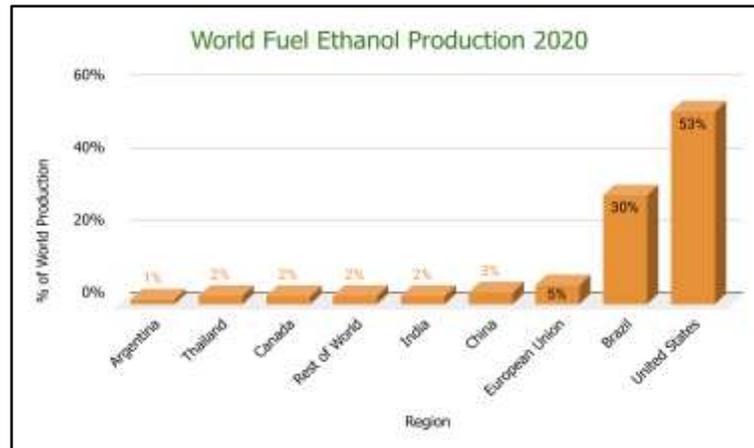
Kenaikan suhu dipicu oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca, disebabkan oleh tingginya kandungan zat polutan seperti karbon dioksida, metana, nitrogen oksida di udara. Dikenal bahwa emisi tersebut disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil seperti gas alam, batubara, dan minyak bumi, serta dampak pembakaran hutan yang tidak terkendali (Ramli Utina, 2021). Kami tahu bahwa pembakaran bahan bakar fosil menyumbang sebagian besar energi yang kita gunakan saat ini (Kristina Juhrich, 2016). Jumlah karbon yang didapat saat ini merupakan hasil dari kegiatan industri, transportasi, rumah tangga dan komersial dalam pemakaian konsumsi energi (Uige TAS, Humeyra BOLAKAR TOSUN, 2022). Salah satu bentuk konsumsi energi yang saat ini masih kita gunakan adalah penggunaan bahan bakar minyak untuk menjalankan sebagian besar transportasi yang kita miliki dimana bahan bakar minyak merupakan jenis yang berasal dari energi fosil dan jenis bahan bakar yang paling banyak digunakan adalah jenis gasoline.

Menurut data yang dirilis oleh Kementerian ESDM, emisi sektor transportasi mencapai 157.326 Gg CO₂e pada tahun 2019, dengan peningkatan rata-rata 7,7% per tahun. Peningkatan ini sebanding dengan peningkatan konsumsi bahan bakar sebesar 7,56% per tahun. Melihat kondisi ini dapat dikatakan bahwa sektor transportasi akan menyumbang emisi dalam jumlah besar di masa yang akan datang (ESDM, 2020). Selain menyumbang emisi karbon, kuota bahan bakar minyak bumi yang kita miliki saat ini juga sangat terbatas. Jumlah produksi bahan bakar minyak bumi dari tahun 2017-2021 berdasarkan data badan pusat statistik terus mengalami penurunan (BPS, 2022). Tentu hal tersebut memberikan dampak terhadap pertumbuhan ekonomi negara terkait adanya hubungan antara tingkat konsumsi dan produksi bahan bakar fosil terhadap produk domestik bruto (PDB) yang menjadi salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi suatu

negara (Arif Setiawan, 2019). Penurunan produksi minyak bumi dikarenakan sudah banyak sumur tua yang tidak dapat beroperasi, sedangkan sumur baru yang dibuat masih sangat terbata dalam memproduksi minyak bumi (KESDM, 2020). Langkah pengurangan produksi minyak bumi juga diambil guna mencapai program pemerintah untuk menekan kenaikan suhu bumi dengan target penurunan sebesar 1,5 derajat celsius pada tahun 2050. Banyak negara sepakat untuk bersama menjaga keadaan bumi terutama perihal pemanasan global yang semua bagian negara merasakan suhu yang terus naik bahkan pemicu terjadinya perubahan iklim.

Dalam rangka menekan suhu yang terus meningkat, pemerintah telah mengambil keputusan untuk melanjutkan komitmen penurunan emisi gas rumah kaca dengan melakukan sejumlah langkah strategis dalam pengelolaan sektor energi, sektor transportasi dan energi. Strategi yang dilakukan pemerintah di sektor transportasi adalah dengan melakukan transisi kendaraan berbahan bakar minyak menjadi kendaraan motor bertenaga listrik. Langkah strategi lainnya juga pemerintah melalui penerbitan Peraturan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Alam (ESDM). Desember 2015, dimana penggunaan biofuel E5 dengan komposisi 5% ethanol dan 95% blue bersifat wajib dan akan diterapkan pada tahun 2020, dinaikkan menjadi E20 pada tahun 2025 (Pertamina, 2019). Namun, pencampuran bioetanol sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan mengalami kendala. Terkait dengan kendala yang menjadi hambatan dikarenakan biaya produksi bioetanol yang cukup tinggi, penolakan dari pengusaha lokal, serta terbatasnya pasokan. Produksi etanol dalam negeri dan konsumsi tingkat bahan bakar (FGE) hampir tidak ada karena bahan mentah yang terbatas dan kurangnya sistem pendukung skema subsidi. Namun, dengan harga etanol dunia yang saat ini lebih rendah dari harga bensin, maka untuk melanjutkan proyek percontohan E2 dan mengevaluasi manfaat dan kelayakan campuran etanol pada bahan bakar, pemerintah mengimpor bensin campuran etanol jadi atau mengimpor etanol secara langsung untuk campuran dalam negeri (Arif Rahmanulloh, 2022).

Tidak seperti Indonesia, ada beberapa negara seperti Amerika dan Brazil merupakan negara yang berhasil dalam menggunakan etanol sebagai komponen wajib dalam campuran bahan bakar (Pertamina, 2019). Jika dilihat produksi etanol dunia saat ini, negara yang paling besar adalah negara Amerika dan diikuti oleh negara Brazil. Pada tahun 2021 negara Amerika mengalami peningkatan produksi dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2020 Amerika dengan angka 13.941 (Mil.Gal.) meningkat menjadi 15.016 (Mil.Gal.) di tahun 2021. Namun tidak berlaku dengan negara Brazil, di tahun yang sama pada tahun 2020 negara Brazil memproduksi etanol sebesar 8.100 (Mil.Gal.) dan mengalami penurunan produksi pada tahun 2021 menjadi 7.320 (Mil.Gal.) (RFA, 2021). Dengan tampilan grafik diagram sebagai berikut



Gambar 1. Tingkat Produksi Etanol Dunia
Sumber : Renewable Fuels Association (RFA)

Walaupun begitu negara Amerika dan Brazil masih tetap menduduki posisi teratas dalam memproduksi bahan etanol sebagai bahan bakar campuran. Langkah negara maju seperti Amerika dan Brazil dalam penerapan bahan etanol sebagai bahan bakar campuran tentu merupakan strategi untuk ikut serta dalam mencapai NZE. Pembahasan kali ini akan membahas dampak etanol terhadap lingkungan, tidak hanya dari sudut lingkungan tulisan ini juga akan memaparkan dampak pengaruh terhadap segi ekonomi. Sehingga dapat dilihat apakah penerapan bioetanol layak dan merupakan strategi bagus dalam mencapai target NZE.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan pada penulisan ini menggunakan metode tinjauan pustaka. Tinjauan pustaka memberikan uraian tentang teori, hasil, dan bahan penelitian lainnya yang berasal dari bahan referensi sebagai dasar penelitian. Tinjauan pustaka dilakukan untuk menghindari mengumpulkan informasi yang tidak relevan dengan penelitian (Jarot S. Suroso, 2020). Tujuan pencarian literatur adalah Memperoleh dasar teori yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah yang sedang dibahas dalam tulisan. Dengan menjadikan teori yang diperoleh merupakan langkah awal bagi peneliti untuk lebih memahami masalah yang diteliti sesuai dengan kerangka keilmuan yang benar sehingga mendapatkan ikhtisar tentang apa yang telah dilakukan orang lain pada penelitian sebelumnya. langkah yang dilakukan dalam Literature review adalah dengan membentuk formulasi permasalahan, mencari litterature, evaluasi data, analisis dan interpretasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan sumber energi dan salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan sehari-hari. Bahan bakar adalah suatu yang dapat berubah menjadi energi apabila terjadi proses pembakaran pada material tersebut. Sebagian besar bahan bakar digunakan untuk pembakaran atau biasa disebut sebagai reaksi redoks dimana bahan bakar melepaskan kalor setelah bereaksi dengan oksigen di udara. Reaksi kimia eksotermik juga merupakan sarana pelepasan panas dari bahan bakar. Sejauh ini bahan bakar bensin dan solar paling banyak digunakan.

Bahan bakar didapatkan berdasarkan sumbernya terbagi menjadi dua jenis, yaitu bahan bakar minyak (BBM) dimana bahan bakar ini berasal dari pengolahan minyak bumi yang merupakan bagian dari jenis energi fosil. Lalu adapula bahan bakar nabati (BBN) dimana bahan bakar ini berasal dari pengolahan dari biomassa atau material yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Namun biasanya BBN didominasi oleh pengolahan tumbuhan sebagai biomassa yang dapat menghasilkan biofuel. Biofuel sendiri terbagi menjadi beberapa jenis yakni bioetanol, biodiesel dan biogas.

Minyak bumi (petroleum) adalah bahan bakar fosil yang merupakan komponen dasar utama dari bahan bakar minyak, bensin dan banyak bahan kimia dan merupakan bentuk energi yang penting karena mempengaruhi konsumsi energi global dengan persentase yang signifikan. Parafin, naften, olefin, dan senyawa aromatik adalah beberapa jenis campuran hidrokarbon yang terdiri dari minyak bumi, yang berbeda dari yang lain karena kandungan hidrogennya. Minyak gas, minyak tanah, minyak solar, minyak pemanas, dan lain-lain dibuat dari minyak mentah melalui proses penyulingan.

Bahan bakar nabati atau biofuel merupakan produk akhir dari transformasi bahan tumbuhan yang dihasilkan dari bahan organik seperti tumbuhan dan hewan (Kementerian ESDM, 2019). Biofuel berbeda dengan minyak bumi dan batu bara. Biofuel menggunakan sumber daya alam terbarukan sebagai bahan baku utama. Jadi biofuel saat ini merupakan tanda harapan besar bagi kelestarian lingkungan di masa depan. Selama produksi dan pengolahan, biofuel seringkali mengandung penyerapan karbon modern, seperti yang terjadi pada tumbuhan atau mikroalga melalui fotosintesis.

Terdapat beberapa macam jenis dari biofuels berdasarkan bentuknya, yaitu dalam bentuk gas dan cair. Jenis biofuels dalam bentuk gas contohnya adalah Biogas dan Syngas. Dimana Biogas adalah metana yang dihasilkan dari dekomposisi anaerobik bahan organik oleh bakteri anaerobik. Syngas adalah campuran karbon monoksida, hidrogen, dan hidrokarbon lain yang dihasilkan dengan membakar beberapa biomassa. Sedangkan biofuel dalam bentuk cair adalah biodiesel, bio-alkohol dan virgin vegetable oil. Penggunaan biofuel sering dijadikan alternatif

pengganti bahan bakar konvensional yang digunakan sebagai bahan bakar alat transportasi yang kita gunakan sehari-hari, baik untuk lalu lintas jalan raya, laut maupun udara.

Analisis Biaya

Penggunaan Gasoline

Dari hasil analisis, yang telah dilakukan oleh penulis terdahulu dengan data perhitungan yang telah dipublish bahwa produksi bahan bakar fosil merupakan salah satu faktor yang memberi pengaruh terhadap pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) negara. Hal ini telah dihitung dengan hasil nilai koefisien korelasi sebesar 0.83 dimana menjelaskan bahwa kekuatan hubungan antara kedua variabel saling berkaitan. Angka konsumsi bahan bakar fosil (Minyak Bumi) menunjukkan pengaruh sebesar 68.41% terhadap produk domestik bruto.

Menurut U.S Energy Information Administration, harga minyak mentah (minyak mentah) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap biaya produk minyak bumi seperti bensin, solar, dan minyak pemanas. Pada 2019, harga minyak mentah berkisar antara \$46,31 hingga \$61,06 per barel, dan harga bensin selama periode yang sama berkisar antara \$2,37 hingga \$2,68 per galon. Penting untuk diperhatikan bahwa faktor lain seperti biaya transportasi, biaya penyulingan, dan pajak juga berkontribusi terhadap biaya akhir produk minyak bumi. Selain itu, penawaran dan permintaan pasar, ketidakstabilan geopolitik, dan bencana alam juga dapat menyebabkan fluktuasi harga minyak bumi.

Selain produksi bahan bakar fosil, kenaikan harga bahan bakar fosil juga berdampak pada ekonomi. Beberapa masyarakat percaya bahwa kenaikan harga bahan bakar minyak menyebabkan harga barang lain melonjak, yang membuat minat beli masyarakat menurun. Akibatnya, perputaran ekonomi menjadi tidak stabil dan perekonomian akan merosot lebih jauh jika minat beli masyarakat terus menurun.

Dari segi biaya, harga bensin sangat bergantung pada ketersediaan pasar, pasokan dan permintaan global, serta faktor lain seperti pajak dan regulasi. Biaya bensin juga termasuk biaya tidak langsung seperti pemeliharaan dan perbaikan infrastruktur, asuransi, pembersihan lingkungan, dan perawatan kesehatan akibat penyakit yang berhubungan dengan polusi udara.

Harga biaya bensin dapat bervariasi tergantung pada sejumlah faktor, termasuk harga minyak mentah, penawaran dan permintaan, serta kebijakan pemerintah seperti pajak dan subsidi. Namun, rata-rata, harga bensin terus meningkat selama beberapa dekade terakhir. Menurut Administrasi Informasi Energi A.S., harga eceran rata-rata bensin biasa di Amerika Serikat adalah \$2,60 per galon pada Januari 2020, naik dari \$1,09 pada Januari 1990. Dampak biaya bensin juga dapat memiliki implikasi ekonomi dan lingkungan yang lebih luas. Misalnya, harga bensin yang tinggi dapat mempengaruhi belanja konsumen, biaya transportasi,

dan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan. Selain itu, konsumsi bensin merupakan kontributor utama emisi gas rumah kaca dan polusi udara, yang dapat menimbulkan dampak kesehatan dan lingkungan yang signifikan.

Penggunaan Bioetanol

Menurut sebuah studi yang dilakukan oleh International Energy Agency (IEA), biofuel dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan keamanan energi, tetapi juga dapat berdampak signifikan pada biaya produksi energi. Biaya biofuel dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis bahan baku, proses produksi, dan tingkat dukungan pemerintah. Salah satu tantangan biofuel adalah bahwa mereka sering membutuhkan tanah dan air dalam jumlah besar untuk tumbuh dan berproduksi, yang dapat mengakibatkan biaya yang lebih tinggi. Selain itu, biaya penyediaan subsidi pemerintah untuk mendukung produksi BBN juga dapat menambah biaya produksi secara keseluruhan.

Dampak biaya biofuel adalah topik kompleks yang bervariasi tergantung pada bahan bakar tertentu, bahan baku, dan lokasi geografis yang dianalisis. Namun, beberapa studi telah dilakukan pada dampak biaya biofuel. Satu studi yang dilakukan oleh International Council on Clean Transportation (ICCT) menemukan bahwa biaya produksi biofuel dan penerapan kebijakan terkait dapat sangat bervariasi. Studi ini menemukan bahwa biaya tertinggi dikaitkan dengan biofuel generasi pertama seperti etanol jagung dan etanol tebu, sedangkan biaya terendah dikaitkan dengan biofuel generasi berikutnya seperti etanol selulosa dan biofuel berbasis limbah.

Studi lain yang dilakukan oleh Pusat Riset Bersama Komisi Eropa menemukan bahwa biaya bahan baku biofuel merupakan faktor kunci dalam menentukan keseluruhan dampak biaya biofuel. Studi tersebut menemukan bahwa bahan baku seperti limbah minyak dan ganggang dapat memiliki biaya lebih rendah daripada bahan baku tradisional seperti jagung dan tebu. Secara keseluruhan, dampak biaya biofuel terus menjadi topik perdebatan hangat. Sementara beberapa studi telah menunjukkan bahwa biofuel dapat bersaing dengan biaya bahan bakar tradisional dalam situasi tertentu, yang lain telah menemukan bahwa menerapkan kebijakan biofuel dapat memiliki dampak ekonomi yang negatif. Karena teknologi terus meningkat dan standar produksi biofuel yang berkelanjutan diterapkan, biaya dan keberlanjutan biofuel akan menjadi faktor yang semakin penting untuk dipertimbangkan.

Dari segi biaya, produksi dan distribusi bioetanol bisa lebih mahal daripada bensin tradisional karena proses produksi dan jalur distribusi yang kompleks. Namun, beberapa pemerintah menawarkan insentif dan subsidi pajak untuk mendorong penggunaan etanol sebagai bahan bakar yang lebih bersih. Jadi, itu tergantung dimana Anda berada dan mengkontekstualisasikan ketersediaan bioetanol dan pajak bensin atau solar. Penggunaan bioetanol yang diterapkan oleh

negara maju seperti Amerika juga memberi pengaruh terhadap ekonomi negara. Berdasarkan catatan, hasil produksi etanol mencapai 17.7 miliar galon, dengan satu industri dapat memproduksi sekitar 15 miliar galon. Sementara itu masih hanya 86% tingkat pemanfaatan, hal ini menunjukkan pertumbuhan yang cukup signifikan dari tahun 2020. Total produksi naik 7,6% dibandingkan tahun sebelumnya, dan output maupun permintaan terus tumbuh, menunjukkan bahwa tahun 2022 masih akan lebih tinggi. Capaian yang baik bahwa industri etanol mendapat profit yang besar di tahun 2021. Harga rata-rata etanol pada tahun 2021 lebih dari 80% di atas harga rata-rata pada tahun 2020. begitu juga dengan harga rata-rata biji-bijian untuk bahan penyuling dengan angka 27 persen lebih tinggi dari tahun sebelumnya. Penting untuk dicatat bahwa profitabilitas dalam industri etanol ini terjadi pada saat harga jagung menguat. Harga Jagung rata-rata \$5,93 per batang pada tahun 2021, naik 68 persen dari tahun 2020 karena permintaan dari China dan pasar pakan lainnya memberikan tekanan pada harga. Sebagai produsen etanol A.S. memproses lebih dari 5,1 miliar batang jagung menjadi bahan bakar oktan tinggi dan produk pakan tahun lalu, mereka menambahkan lebih dari \$30 miliar ke ekonomi pertanian, memperkuat peran etanol sebagai pasar nilai tambah terpenting bagi petani.

Melalui pemulihan produksi dan nilai produksi yang lebih tinggi, etanol memberikan kontribusi yang besar bagi ekonomi negara Amerika, menambahkan \$52 miliar ke produk domestik bruto nasional, \$10,4 miliar pajak federal, negara bagian, dan lokal, dan mendukung lebih dari 407.000 pekerja secara langsung maupun tidak langsung. menambah ekonomi pekerja dengan pendapatan sebesar \$28,7 miliar untuk pekerja di seluruh negeri.

Dampak Pada Lingkungan Penggunaan Gasoline

Menurut US EPA's Inventory of US. Greenhouse Gas Emission and Sinks. Pada tahun 1990-2019 pembakaran bahan bakar fosil, termasuk minyak bumi, menyumbang 77% emisi gas rumah kaca di Amerika Serikat. Emisi ini berkontribusi pada perubahan iklim, yang berdampak pada lingkungan, termasuk naiknya permukaan laut, peristiwa cuaca ekstrim, dan hilangnya beberapa spesies hewan. selain dampaknya terhadap perubahan iklim, ekstraksi, transportasi, dan pemurnian minyak bumi juga dapat menimbulkan konsekuensi lingkungan yang signifikan. Tumpahan dan kebocoran selama pengangkutan dan operasi pengeboran dapat mencemari tanah, air, dan udara. Produksi minyak bumi juga menghasilkan air limbah, limbah padat, dan emisi udara yang dapat membahayakan ekosistem lokal dan kesehatan manusia.

Penggunaan bahan Bakar fosil yang tidak terkendali dan tidak efisiensi pada sarana transportasi dan industri menyebabkan kualitas udara terutama pada kota-kota besar menjadi sangat buruk. Produk hasil pembakaran bahan bakar fosil

minyak bumi ialah berupa karbon dioksida (CO₂), Nitrogen Oksida (NO_x) dan Sulfur Dioksida (SO₂) yang menjadi penyebab pencemaran udara, pemicu hujan asam dan pemanasan global (Agustin Setiawan, 2015). Bahan bakar fosil yang berkontribusi pada polutan udara yang dilepaskan selama pembakaran bensin memberi dampak terhadap beban kanker dan mekanisme molekuler terkait dengan fokus pada epigenetik yang menyimpang. Data epidemiologis dan eksperimental mendukung bahwa paparan terhadap benzena, toluena, xilena, butadiena, dan/atau PAH dapat meningkatkan risiko kanker dan mendorong pertumbuhan dan metastasis kanker. Untuk benzena, bukti dapat diklasifikasikan cukup dan konsisten.

Gasoline juga dikenal sebagai bahan hasil olahan petroleum, merupakan salah satu sumber bahan bakar yang paling banyak digunakan di dunia. Namun, bensin memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Menurut Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (EPA), pembakaran bensin melepaskan polutan seperti karbon monoksida, nitrogen oksida, partikel, dan senyawa organik yang mudah menguap yang berkontribusi terhadap polusi udara dan dapat membahayakan kesehatan manusia. Selain itu, bensin adalah sumber daya yang tidak dapat diperbarui, yang berarti ekstraksi dan produksinya dapat menyebabkan degradasi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

Dampak lingkungan dari penggunaan gasoline sangat signifikan dan dapat berdampak negatif terhadap udara, air, dan tanah. Padahal, penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bensin merupakan penyebab utama polusi udara, yang dapat menyebabkan gangguan pernapasan, penyakit jantung, bahkan kanker. Menurut Badan Perlindungan Lingkungan (EPA), mobil dan truk bertanggung jawab atas hampir seperlima dari semua emisi gas rumah kaca AS, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Selain itu, mengangkut dan memurnikan bensin membutuhkan energi dalam jumlah besar, yang juga dapat berkontribusi terhadap perubahan iklim. Selain itu, ketika bensin tumpah atau bocor, dapat mencemari tanah dan persediaan air, yang dapat menimbulkan konsekuensi lingkungan dan kesehatan yang serius.

Penggunaan Bioetanol

Satu studi yang dilakukan oleh National Renewable Energy Laboratory (NREL) menemukan bahwa dampak lingkungan dari berbagai biofuel sangat bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan dan metode produksinya. Namun, secara umum, biofuel telah terbukti mengurangi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan bahan bakar fosil tradisional. Misalnya, studi NREL menemukan bahwa etanol jagung dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 19-48% dibandingkan dengan bensin, sedangkan etanol selulosa (terbuat dari bahan tanaman non-pangan) dapat mengurangi emisi hingga 80%. Biodiesel yang terbuat dari minyak kedelai dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 57-86% dibandingkan solar. Penggunaan biofuel juga berpotensi untuk mengurangi

ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mempromosikan praktik pertanian berkelanjutan, seperti rotasi tanaman dan pengolahan tanah konservasi.

Biofuel memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) dan memitigasi dampak perubahan iklim. Menurut studi yang dilakukan oleh International Energy Agency, biofuel memiliki kemampuan untuk mengurangi emisi hingga 90% dibandingkan bahan bakar fosil tradisional (IEA, 2018). Namun, produksi dan distribusi bahan bakar nabati juga memiliki dampak lingkungan, terutama pada tata guna lahan, tata guna air, dan keanekaragaman hayati. Misalnya, perluasan produksi tanaman bahan bakar nabati dapat menyebabkan deforestasi dan konversi ekosistem alam, yang dapat mempengaruhi satwa liar dan kualitas tanah. Selain itu, penggunaan beberapa biofuel, terutama yang terbuat dari tanaman pangan, dapat menimbulkan dampak sosial dan ekonomi yang negatif dengan meningkatnya harga pangan dan persaingan untuk sumber daya lahan dan air. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan potensi dampak lingkungan dari biofuel dalam proses produksi dan distribusi untuk memastikan bahwa penggunaan biofuel tidak mengganggu tujuan lingkungan lainnya.

Salah satu jenis bioenergi yang dapat digunakan untuk meningkatkan tingkat oktan bahan bakar adalah bioetanol yang dicampur dengan bensin. Bahan baku bioetanol tumbuhan mahal dan bersaing dengan pasokan makanan. Dalam produksi bioetanol, limbah organik dan limbah pertanian dapat mengandung bahan kimia yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang aman bagi lingkungan (Yuana Susmiati, 2018). Bioetanol adalah bioenergi terbarukan yang tidak mencemari lingkungan yang dibuat dari gula dan bahan tepung seperti tebu, molase, jagung, kentang, gandum, dan sebagainya. Penggunaan lahan pertanian untuk produksi tanaman bioenergi melawan budidaya tanaman makan. Selain itu, jika dibandingkan dengan produksi energi dari minyak, produksi bioenergi dari tumbuhan lebih mahal dan kurang menguntungkan.

Meningkatnya suhu global dan terjadinya perubahan iklim, telah menimbulkan debat politik tentang peran batubara dalam peristiwa rusaknya lingkungan. Dengan bahan bakar terbarukan seperti etanol, kita tidak perlu menunggu dan mengharapkan terobosan teknologi atau ekonomi yang hebat. Saat ini telah tersedia bahan bakar dengan harga murah yang dapat mendukung dekarbonisasi bahan bakar cair untuk transportasi dan industri. Menurut Laboratorium Nasional Argonne Departemen Energi, etanol berbasis biji-bijian secara signifikan mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 44-52% dibandingkan dengan bensin.

Ketika bahan bakar terbakar melepaskan karbondioksida ke udara. Tumbuhan yang menjadi bahan dasar dari bahan bakar terbarukan akan menyerap karbon dioksida dari atmosfer, dan jumlah karbon dioksida yang sama dilepaskan lagi saat bahan bakar terbarukan diproduksi lalu digunakan untuk kebutuhan

operasi mesin. Dengan cara ini, etanol dan sumber energi terbarukan lainnya hanya mendaur ulang karbon di atmosfer. Bahkan, jika konsumsi energi dan emisi dari seluruh proses produksi diperhitungkan, etanol menghemat gas rumah kaca secara signifikan dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

Pengurangan emisi gas rumah kaca yang signifikan yang disebabkan oleh etanol telah terbukti mengurangi emisi gas rumah kaca dari transportasi. Menurut analisis yang dilakukan pada Februari 2023 oleh firma penghitungan karbon yang diakui, pengurangan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh Standar Bahan Bakar Terbarukan jauh melebihi perkiraan. Program penggunaan biofuel telah menghasilkan penghematan lebih dari 12 miliar ton emisi karbon dioksida setara dengan penurunan dampak gas rumah kaca selama lima belas tahun sejak RFS diperkirakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara keseluruhan, bioetanol dapat menjadi alternatif yang relatif ramah lingkungan dari gasoline dalam transportasi karena memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan. Namun, produksi dan distribusi bioetanol juga dapat memiliki dampak lingkungan negatif, terutama dalam hal penggunaan lahan dan air. Selain itu, biaya produksi bioetanol dapat lebih tinggi dibandingkan dengan gasoline karena faktor-faktor seperti biaya bahan baku dan proses produksi.

Dari tinjauan ini mendapati bahwa bukti polutan udara yang dipancarkan dari pembakaran bensin mengandung komponen racun sehingga dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan dan juga kesehatan. Dari hasil yang didapat dari negara pengguna sekaligus produsen etanol terbesar bahwa etanol terbukti berhasil menjadi salah satu faktor penurunan gas rumah kaca dan hampir tidak menghasilkan emisi CO₂ pada atmosfer. Langkah konsistensi pemerintah dengan menjalankan program E5 harus tetap terjaga, potensi ketersediaan bahan dasar etanol di Indonesia cukup besar. Dengan terwujudnya program bioetanol untuk ketahanan energi diharapkan dapat menjadi sumber solusi produksi etanol. Sehingga pemerintah tidak harus impor etanol dari luar negeri dan target penurunan suhu bumi pada NZE dapat tercapai.

Tinjauan kesimpulan dari segi biaya juga berpengaruh dalam penggunaan bahan bakar fosil maupun biofuels. Faktor produksi dan harga bahan bakar fosil yang mempengaruhi keadaan PDB secara signifikan. Lalu, penggunaan bioetanol juga memberi dampak yang cukup baik dalam mengangkat ekonomi negara Amerika terutama pada sektor pertanian. Faktor tingginya permintaan etanol sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan di pasar dunia, menjadikan negara Amerika sebagai pengimpor etanol sehingga ekonomi meningkat secara keseluruhan. Diharapkan juga bahwa untuk menjaga keadaan bumi di masa depan agar produksi

bahan bakar nabati dapat ditingkatkan, sehingga pengguna transportasi dapat menggunakan biofuel yang tidak menimbulkan kerusakan pada lingkungan terutama menjaga kualitas udara. Terus melakukan pengembangan riset pada potensi bahan nabati yang terdapat di Indonesia yang dapat dikelola sebagai penghasil biofuel. Oleh karena itu, ketika mempertimbangkan penggunaan bioetanol versus gasoline dalam transportasi, penting untuk memperhatikan baik dampak lingkungan yang dapat ditimbulkan maupun pertimbangan biaya. Selain itu, perlu dicari cara untuk membuat produksi dan distribusi bioetanol lebih berkelanjutan, seperti menggunakan sumber-sumber bahan baku yang lebih berkelanjutan dan menggunakan proses produksi yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Administrasi Informasi Energi AS. (2019).
<https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/prices-and-outlook.php>
- Administrasi Informasi Energi AS, "Pembaruan Bahan Bakar Bensin dan Solar"
<https://www.eia.gov/petroleum/gasdiesel/>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). Statistik Pertambangan Minyak dan Gas. Jakarta : Badan Pusat Statistik Indonesia
<https://www.bps.go.id/publication/2022/12/21/6fd4e16cc5cb1dcc4fb5e5a5/statistik-pertambangan-minyak-dan-gas-bumi-2017---2021.html>
- Dewa, Putra Iwana. (2022). Mengenal berbagai Macam dan Manfaat Biofuels. Blog : Megah Anugrah Energi <https://solarindustri.com/blog/pengertian-biofuel/>
- Environmental Protection Agency. (2021). Transportation sector greenhouse gas emissions. <https://www.epa.gov/transportation-air-pollution-and-climate-change/transportation-sector-greenhouse-gas-emissions>
- European Commission Joint Research Centre. (2014). Feedstock cost analysis of conventional and advanced biofuels. Retrieved from <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC91561>
- Ice Fahmi, Tri Sulisty, Muhammad Maulani, Nugroho Adi Sasongko, Donny Yoesgiantoro. (2022). Bahan Bakar Hayati Sebagai Pengganti Bahan Bakar Fosil (Biofuel : Biodiesel, Bioethanol, BioAvtur, Green Diesel, Green Gasoline, Green Avtur). Bahan Bakar Hayati Sebagai Pengganti Bahan Bakar Fosil: Hal 51 - 58
- International Council on Clean Transportation. (2017). Low Carbon Fuel Standard Cost Analyses: What have we learned? Retrieved from <https://theicct.org/sites/default/files/publications/LCFS-cost-analyses-20170119.pdf>
- International Energy Agency, 2015. Biofuel pada tahun 2020: Analisis Biaya dan Pasar." <https://www.iea.org/reports/biofuels-in-2020>.

- International Energy Agency. (2018). Bioenergy. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/bioenergy>.
- Kementerian ESDM. (2020). Pertambangan Minyak Bumi dan Gas Alam dan Panas Bumi. Website diakses pada 19 Maret pukul 11.11 WIB pada link : https://simebtke.esdm.go.id/sinergi/sektor_pengguna_energi/detail/3/pertambangan-minyak-bumi-dan-gas-alam-dan-panas-bumi
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). Oil and Gas; Economic and Environmental Impacts. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/24890.
- Ma, Y., Cai, W., & Liu, Y. (2017). An integrated engineering system for maximizing bioenergy production from food waste. *Applied Energy*, 206, 83–89. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.190>
- Madani. (2021). Apa Itu Biofuel (Bahan Bakar Nabati)?. Publikasi web : madaniberkelanjutan.id
- Muller, S.; Dennison, G.; Liu, S. (2021). An Assessment on Ethanol-Blended Gasoline/Diesel Fuels on Cancer Risk and Mortality. *International Journal Of Environmental Research and Public Health*:MDPI. https://d35t1syewk4d42.cloudfront.net/file/529/Ethanol-Blended-Gas-Diesel-Fuels-Cancer-Risk-Mortality_UIC-Hormel-UMN_2021-06.pdf
- Nasution, Muslih. (2022). Bahan Bakar Merupakan Sumber Energi Yang Sangat Diperlukan Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Journal of Electrical Technology*, Vol. 7, No.1, Februari 2022, Hal. 29-33
- Pertamina. (2019). Ethanol Dilemma. Website pertamina : <https://www.pertamina.com/id/news-room/market-insight/ethanol-dilemma>
- Prof. Dr. Mahfud. (2018). BIODIESEL Perkembangan Bahan Baku dan Teknologi. Surabaya : Putra Media Nusantara (PMN)
- Renewable Fuels Association. (2020). World Fuel Ethanol Production by Region. RFA : Market & Statistics. <https://ethanolrfa.org/markets-and-statistics/annual-ethanol-production>
- Rahmanulloh, Arif. (2022). Biofuels Annual. Category; Biofuels. USDA ; Global Agriculture Information Network. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_ID2022-0017.pdf
- Renewable Fuels Association (RFA). (2022) Energizing Economy. Web link : <https://d35t1syewk4d42.cloudfront.net/file/2166/Energizing%20the%20Economy%202022.pdf>

- S. Suroso, Jarot. (2020). Pengertian Literature Review. Website kampus BINUS ;<https://mmsi.binus.ac.id/2020/10/24/literature-review-jarot-s-suroso/>
- Setiawan, Agus. (2015). Dampak Pembakaran Bahan Bakar. Academia :https://www.academia.edu/12146314/DAMPAK_PEMBAKARAN_BAHAN_BAKAR
- Setiawan, Arif; David P.Tua; Michael K.E Husin. (2019). Pengaruh Konsumsi Bahan Bakar Fosil Terhadap Produk Domestik Bruto Indonesia Dan Hubungan Timbal Balik Di Antara Keduanya. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 15, Nomor 3, September 2019 : 213 - 223
- Susmiati, Yuana. (2018). Prospek Produksi Bioetanol dari Limbah Pertanian dan Sampah Organik. Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri Volume 7 Nomor 2: 67-80 (2018)
- Sheehan, J., dkk. (2009). Biofuel: Sumber Energi Terbarukan. Laboratorium Energi Terbarukan Nasional. <https://www.nrel.gov/docs/fy09osti/46526.pdf>
- Tambunan, Nurma; Sabila Aprilia; Nabilla Pangesti Rahayu. (2022). Study Literature: Dampak Kenaikan Bbm Bagi Perekonomian Rakyat. Sibatik Journal : Volume 2, No.1, Desember 2022; 329-336 <https://publish.ojs-indonesia.com/index.php/SIBATIK>
- United States Environmental Protection Agency. (2019). Gasoline. Retrieved from <https://www.epa.gov/gasoline-standards/gasoline>
- U.S. Energy Information Administration, "Gasoline and Diesel Fuel Update" <https://www.eia.gov/petroleum/gasdiesel/>
- U.S. Bureau of Labor Statistics, "CPI-U: All Items, Gasoline" <https://www.bls.gov/cpi/tables/wmp/>