

Peran Biofuel dalam Diversifikasi Sumber Energi: Peluang dan Tantangan

Gustina Sari¹, Windi Octaviani², Bonaraja Purba³

^{1,2,3} Ilmu Ekonomi, Universitas Negeri Medan

e-mail: sarigustina01@gmail.com¹, Octavianiwindi5@gmail.com²

Abstrak

Penelitian ini menguraikan peran biofuel dalam upaya diversifikasi sumber energi, serta mengidentifikasi peluang dan tantangan yang terkait. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kontribusi biofuel dalam konteks energi berkelanjutan. Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kepustakaan (library research) dengan pengumpulan data berbasis dokumen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biofuel memiliki potensi yang signifikan dalam mendiversifikasi sumber energi, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Namun, terdapat tantangan seperti masalah ketersediaan bahan baku, efisiensi produksi, dan dampak lingkungan yang perlu diatasi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa biofuel dapat memainkan peran penting dalam mencapai diversifikasi sumber energi, tetapi diperlukan upaya berkelanjutan untuk mengatasi kendala-kendala yang ada. Seiring dengan perkembangan teknologi dan kebijakan yang tepat, biofuel memiliki potensi untuk menjadi salah satu solusi dalam mencapai sumber energi yang lebih berkelanjutan di masa depan.

Kata kunci: *Biofuel, Peluang, Tantangan.*

Abstract

This research outlines the role of biofuels in energy source diversification efforts and identifies associated opportunities and challenges. The aim of this research is to evaluate the contribution of biofuels in the context of sustainable energy. The research method used is a literature review with data collection based on documents. The research findings indicate that biofuels have significant potential in diversifying energy sources, reducing dependence on fossil fuels, and decreasing greenhouse gas emissions. However, there are challenges such as raw material availability, production efficiency, and environmental impacts that need to be addressed. The conclusion of this research is that biofuels can play a vital role in achieving source energy diversification, but continuous efforts are required to overcome the existing constraints. With the development of appropriate technology and policies, biofuels have the potential to become one of the solutions for achieving more sustainable energy sources in the future.

Keywords : *Biofuel, Opportunities, Challenges.*

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan minyak dan keterbatasan sumber daya minyak bumi adalah tantangan serius yang dihadapi oleh Indonesia, yang telah mendorong negara ini untuk mengimpor minyak untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Kenaikan impor minyak dan harga minyak dunia yang semakin meningkat memiliki dampak signifikan pada beban dan biaya yang harus ditanggung oleh pemerintah Indonesia. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada minyak bumi dan mengatasi masalah ini.

Biofuel, yang terdiri dari Bio-diesel dan Bio-etanol, adalah salah satu opsi yang menjanjikan sebagai sumber energi alternatif. Biofuel dapat diproduksi dari bahan baku biomasa, termasuk tanaman seperti kelapa sawit, jarak pagar, kedelai, ubi kayu, ubi jalar, dan jagung. Indonesia memiliki kondisi yang mendukung pertumbuhan tanaman-tanaman ini, dan berdasarkan ketersediaan lahan dan efisiensi penggunaannya, kelapa sawit dan ubi kayu memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku biofuel di Indonesia.

Penggunaan biofuel dapat membantu mengurangi tekanan pada impor minyak, meningkatkan keamanan energi negara, dan mengurangi dampak lingkungan dari emisi gas rumah kaca. Namun, tantangan seperti keberlanjutan bahan baku, dampak lingkungan yang mungkin terjadi akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit, dan aspek ekonomi juga harus diperhatikan dan dikelola dengan bijak. Dengan langkah-langkah yang benar dan pengelolaan yang berkelanjutan, penggunaan biofuel sebagai sumber energi alternatif di Indonesia dapat menjadi bagian dari solusi yang penting dalam menjawab tantangan energi yang dihadapi negara ini, sambil berkontribusi pada tujuan lingkungan dan keberlanjutan.

Biofuel, atau bahan bakar nabati, telah menjadi topik utama dalam upaya diversifikasi sumber energi di seluruh dunia. Peran biofuel dalam diversifikasi sumber energi adalah krusial dalam mengatasi tantangan yang dihadapi oleh masyarakat global, seperti fluktuasi harga minyak dunia, keterbatasan sumber daya minyak bumi, dan dampak negatif terhadap lingkungan yang diakibatkan oleh emisi gas rumah kaca.

Dalam beberapa dekade terakhir, biofuel telah mendapatkan perhatian yang semakin besar sebagai alternatif yang berkelanjutan untuk bahan bakar fosil. Biofuel diproduksi dari berbagai jenis tumbuhan dan bahan organik, dan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar konvensional seperti bensin dan diesel. Keunggulan utama dari biofuel adalah kemampuannya untuk diperbaharui secara alamiah, sehingga tidak menguras sumber daya alam yang terbatas.

Meskipun biofuel menawarkan berbagai manfaat, seperti mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan keamanan energi, dan mendukung pertumbuhan ekonomi di sektor pertanian, penggunaannya tidak datang tanpa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah penyediaan bahan baku yang berkelanjutan untuk produksi biofuel. Bahan baku seperti kelapa sawit, jarak pagar, dan kedelai telah digunakan dalam produksi biodiesel, sementara tebu, jagung, dan tanaman lainnya digunakan dalam produksi bioetanol.

Selain itu, penggunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku biofuel menghadapi risiko terkait keberlanjutan, seperti deforestasi, pengalihan lahan, dan persaingan dengan penggunaan pangan. Tantangan ini menjadi lebih kompleks dengan adanya kebijakan dari negara-negara seperti Uni Eropa yang membatasi impor biodiesel berbasis minyak kelapa sawit. Namun, pemerintah Indonesia telah mengambil berbagai langkah strategis untuk mengatasi tantangan tersebut, termasuk sertifikasi perkebunan kelapa sawit berkelanjutan, regulasi harga minyak goreng, dan program peremajaan sawit rakyat. Selain itu, upaya diversifikasi sumber bahan bakar dengan pengembangan bahan bakar berbasis minyak kelapa sawit juga menjadi langkah progresif.

Dalam konteks ini, peran biofuel dalam diversifikasi sumber energi merupakan peluang besar bagi Indonesia. Dengan langkah-langkah yang bijak dan berkelanjutan, biofuel dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, menjaga keberlanjutan lingkungan, dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini akan mengeksplorasi lebih jauh peran biofuel dalam diversifikasi sumber energi, peluang yang ada, dan tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai tujuan ini.

Biofuel merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan dihasilkan dari berbagai jenis tumbuhan, termasuk singkong, tebu, minyak sawit, jarak pagar, dan tanaman lainnya. Keistimewaan biofuel meliputi kemampuannya untuk dicampur dengan produk minyak bumi, penggunaan yang fleksibel pada berbagai jenis mesin, serta sifatnya yang ramah lingkungan.

Indonesia memiliki lebih dari 50 jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk biofuel. Kelapa sawit, di antara semua bahan baku tersebut, memiliki potensi paling besar untuk pengembangan biofuel. Keberlimpahan dan kematangan teknologi

pengolahan kelapa sawit telah menjadikan industri kelapa sawit di Indonesia berkembang pesat. Fakta bahwa Indonesia telah menjadi negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia menunjukkan potensi besar negara ini dalam mengembangkan industri biofuel melalui pemanfaatan kelapa sawit.

Pemanfaatan biofuel dari kelapa sawit dan sumber bahan baku lainnya dapat membantu Indonesia dalam mengurangi ketergantungan pada minyak bumi, mendukung keberlanjutan lingkungan, serta menyediakan sumber energi alternatif yang lebih berkelanjutan. Hal ini merupakan langkah positif dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan yang semakin mendesak.

Tanaman merupakan sumber utama dalam produksi biofuel, dan berbagai jenis tanaman telah digunakan untuk menghasilkan bahan bakar hayati ini. Beberapa tanaman yang paling umum digunakan sebagai sumber biofuel meliputi:

- a. Jarak Pagar
Tanaman jarak pagar menghasilkan biji dengan kandungan minyak yang tinggi, yang dapat diekstraksi dan diolah menjadi biodiesel.
- b. Tebu
Tebu digunakan sebagai sumber biofuel dalam bentuk bioetanol. Proses fermentasi gula dalam tebu menghasilkan etanol, yang digunakan sebagai campuran bahan bakar atau sebagai bahan bakar etanol murni.
- c. Kelapa Sawit
Kelapa sawit menghasilkan minyak kelapa sawit yang digunakan untuk membuat biodiesel. Minyak kelapa sawit memiliki kandungan minyak yang tinggi dan sering dicampur dengan bahan bakar diesel konvensional.
- d. Alga
Alga adalah sumber biofuel yang sedang berkembang. Alga menghasilkan minyak alga yang dapat diubah menjadi biodiesel atau bioetanol. Keunggulan alga termasuk pertumbuhan yang cepat dan kemampuan untuk tumbuh di berbagai lingkungan.
- e. Sorgum Manis
Sorgum manis adalah tanaman pemanen gula yang digunakan untuk menghasilkan bioetanol. Gula diekstraksi dari batang sorgum digunakan dalam produksi bahan bakar.
- f. Jerami
Jerami dari tanaman seperti gandum atau padi dapat diubah menjadi bioetanol melalui proses fermentasi gula dalam jerami.
- g. Jagung
Jagung juga digunakan dalam produksi bioetanol karena mengandung pati yang dapat difermentasi menjadi etanol.

Tanaman-tanaman ini adalah contoh-contoh tanaman penghasil biofuel, dan penggunaannya bervariasi tergantung pada jenis biofuel yang dihasilkan. Biofuel merupakan alternatif yang berkelanjutan dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar sambil menjaga lingkungan.

METODE

Penelitian kepustakaan (library research) yang berfokus pada pengumpulan dan analisis literatur serta sumber-sumber tertulis yang relevan dengan topik penelitian. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif-kualitatif, yang berarti bahwa data dianalisis dan dijelaskan dengan menggunakan kata-kata daripada angka atau statistik. Karena penelitian ini tergantung pada sumber-sumber kepustakaan, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik dokumenter, di mana data diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, dan sumber tertulis lainnya. Proses analisis data dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan dan memahami temuan yang ditemukan dalam literatur yang diteliti. Analisis kualitatif seringkali melibatkan interpretasi makna dan konteks dari data yang ditemukan, sehingga dapat memberikan pemahaman mendalam tentang topik penelitian. Penelitian kepustakaan seperti ini memiliki

keuntungan dalam menyediakan pemahaman yang mendalam tentang topik penelitian tanpa perlu melakukan penelitian lapangan atau pengumpulan data primer. Ini sering digunakan dalam tahap awal penelitian untuk memahami kerangka konseptual dan literatur yang relevan sebelum melanjutkan ke penelitian lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biofuel, atau bahan bakar nabati, memegang peran krusial dalam upaya diversifikasi sumber energi global. Diversifikasi sumber energi adalah strategi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara. Berikut adalah penjelasan mengenai peran biofuel dalam diversifikasi sumber energi, serta peluang dan tantangan yang terkait:

Peran Biofuel dalam Diversifikasi Sumber Energi:

1. Mengurangi Ketergantungan pada Bahan Bakar Fosil
Biofuel adalah alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk bahan bakar fosil. Dengan menggunakan tanaman atau limbah organik sebagai bahan bakunya, biofuel membantu mengurangi ketergantungan pada minyak bumi dan gas alam.
2. Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca
Biofuel menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Dengan memperbanyak penggunaan biofuel, emisi gas rumah kaca dapat berkurang, membantu mengatasi masalah perubahan iklim.
3. Mendorong Inovasi Teknologi
Dalam upaya memproduksi biofuel secara efisien, inovasi teknologi diperlukan. Pengembangan teknologi produksi biofuel juga memberikan peluang untuk pertumbuhan ekonomi dan penciptaan lapangan kerja.

Peluang dan Tantangan

1. Peluang
 - a. Keberlanjutan Lingkungan
Biofuel yang diproduksi dari sumber daya yang dikelola dengan baik dapat menjadi sumber energi yang berkelanjutan tanpa mengancam lingkungan alam.
 - b. Pengurangan Sampah Organik
Penggunaan limbah organik untuk menghasilkan biofuel membantu mengurangi jumlah sampah yang masuk ke tempat pembuangan sampah.
 - c. Peningkatan Kemandirian Energi
Biofuel dapat meningkatkan kemandirian energi suatu negara dengan mengurangi ketergantungan pada impor minyak bumi.
2. Tantangan
 - a. Persaingan dengan Pangan
Produksi biofuel sering bersaing dengan produksi pangan, menyebabkan lonjakan harga pangan dan isu keamanan pangan.
 - b. Penggunaan Lahan dan Air
Tanaman yang digunakan untuk biofuel membutuhkan lahan dan air yang cukup. Ini dapat mengakibatkan konflik dengan penggunaan lahan untuk pertanian pangan atau perlindungan lingkungan.
 - c. Efisiensi Produksi
Proses produksi biofuel masih memerlukan peningkatan efisiensi agar dapat bersaing dengan bahan bakar fosil dari segi harga dan kinerja.
 - d. Perubahan Iklim dan Kebijakan:
Perubahan iklim dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang digunakan untuk biofuel, sedangkan kebijakan pemerintah juga memainkan peran penting dalam mendukung atau menghambat perkembangan industri biofuel.
Dalam menghadapi tantangan ini, penting bagi pemerintah, industri, dan masyarakat untuk bekerja sama mencari solusi inovatif yang dapat memaksimalkan potensi biofuel sebagai bagian dari portofolio energi yang berkelanjutan. Penggunaan biofuel memiliki

beragam manfaat yang signifikan, baik bagi lingkungan, ekonomi, maupun masyarakat secara umum. Berikut adalah beberapa peluang Biofuel

1. Ramah Lingkungan

Biofuel merupakan sumber energi terbarukan yang dihasilkan dari bahan organik. Penggunaan biofuel mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Hal ini membantu dalam upaya perlindungan lingkungan dan mengatasi perubahan iklim.

2. Pengurangan Ketergantungan pada Bahan Bakar Fosil

Dengan mengurangi ketergantungan pada minyak bumi dan batubara, biofuel membantu mengurangi risiko fluktuasi harga minyak dunia dan meningkatkan keamanan energi suatu negara.

3. Pembuatan Lapangan Kerja

Produksi, pengolahan, dan distribusi biofuel menciptakan lapangan kerja baru di sektor pertanian, perkebunan, dan industri biofuel itu sendiri. Ini berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi dan pengentasan kemiskinan.

4. Diversifikasi Sumber Energi

Penggunaan biofuel diversifikasi sumber energi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Hal ini penting untuk mengantisipasi kelangkaan sumber daya alam dan perubahan harga bahan bakar.

5. Peningkatan Kualitas Udara

Biofuel mengurangi emisi polutan berbahaya seperti sulfur dioksida dan nitrogen oksida, yang berkontribusi pada pencemaran udara. Ini berdampak positif pada kualitas udara dan kesehatan masyarakat.

6. Perlindungan Lahan

Produksi tanaman untuk biofuel bisa berkontribusi pada perlindungan lahan pertanian dan hutan. Ini membantu mengurangi deforestasi dan degradasi lahan.

7. Pengurangan Sampah Organik

Biofuel dapat dihasilkan dari limbah organik seperti limbah makanan dan kotoran hewan. Hal ini membantu dalam pengelolaan limbah organik dan mengurangi dampak negatifnya.

8. Energi Terbarukan

Biofuel merupakan sumber energi terbarukan yang dapat diperbarui secara berkelanjutan melalui pertanian dan perkebunan. Ini mendukung pemenuhan kebutuhan energi jangka panjang.

9. Pengembangan Teknologi Hijau

Penggunaan biofuel mendorong pengembangan teknologi hijau dan inovasi dalam industri energi, termasuk pengembangan mesin yang lebih efisien.

10. Dukungan Petani dan Peternak

Produksi tanaman atau hewan untuk biofuel memberikan peluang ekonomi bagi petani dan peternak, sehingga meningkatkan pendapatan dan kehidupan mereka.

Pemanfaatan biofuel berbasis minyak kelapa sawit memang memiliki beberapa tantangan dan risiko, terutama dalam hal keberlanjutan bahan bakunya, yaitu minyak kelapa sawit. Dalam konteks kebijakan dan lingkungan, beberapa faktor yang perlu diperhatikan meliputi:

1. Kebijakan Uni Eropa

Kebijakan Uni Eropa yang membatasi impor biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit dan rencana penghapusan bertahap hingga tahun 2030 menjadi tantangan utama bagi ekspor biodiesel Indonesia ke pasar Uni Eropa. Hal ini dilakukan untuk mencegah deforestasi dan pengalihan lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit.

2. Deforestasi dan Pengalihan Lahan

Ekspansi perkebunan kelapa sawit untuk memenuhi kebutuhan bahan baku biofuel dapat berdampak negatif pada lingkungan. Deforestasi, hilangnya keanekaragaman hayati, dan kehilangan kemampuan lahan untuk menyerap emisi gas rumah kaca adalah risiko utama yang perlu diatasi.

3. Kebutuhan Ganda atas Minyak Kelapa Sawit

Kebutuhan ganda atas minyak kelapa sawit, baik sebagai bahan baku biodiesel maupun minyak pangan (minyak goreng), dapat menciptakan persaingan yang mempengaruhi harga dan ketersediaan minyak kelapa sawit. Dalam jangka panjang, ini dapat menjadi tantangan dalam menjaga keberlanjutan penyediaan biofuel berbasis minyak kelapa sawit.

4. Harga Minyak Kelapa Sawit

Fluktuasi harga minyak kelapa sawit memiliki dampak langsung pada harga minyak goreng di dalam negeri. Kenaikan harga minyak kelapa sawit dapat berdampak pada harga konsumen, memengaruhi daya beli, dan berpotensi menyebabkan inflasi.

Dalam menghadapi tantangan ini, perlu adanya upaya yang bijak dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit dan kebijakan yang berkelanjutan. Upaya untuk meminimalkan dampak lingkungan, mempromosikan praktik perkebunan berkelanjutan, dan berinvestasi dalam teknologi hijau adalah beberapa langkah yang dapat diambil untuk menjawab tantangan tersebut. Selain itu, diversifikasi sumber bahan baku untuk biofuel juga dapat menjadi strategi penting dalam mengurangi ketergantungan pada minyak kelapa sawit.

Pengelolaan yang bijak dan kebijakan yang berkelanjutan adalah kunci dalam mengatasi tantangan dan risiko yang terkait dengan pemanfaatan biofuel berbasis minyak kelapa sawit. Langkah-langkah seperti mengurangi deforestasi, meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, diversifikasi bahan baku, dan mempromosikan energi terbarukan yang lebih berkelanjutan dapat membantu mengatasi masalah ini. Selain itu, kerja sama internasional dan perubahan dalam praktik perkebunan kelapa sawit juga dapat menjadi bagian dari solusi untuk menjaga keberlanjutan dalam produksi biofuel berbasis minyak kelapa sawit.

Langkah-langkah strategis yang diambil oleh pemerintah Indonesia untuk mengatasi tantangan dalam pemanfaatan biofuel berbasis minyak kelapa sawit adalah langkah yang penting dalam menjaga keberlanjutan dan pengembangan industri biofuel. Berikut adalah beberapa poin penting dari langkah-langkah tersebut:

1. Sertifikasi Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan (ISPO)

Sertifikasi ISPO adalah langkah kunci dalam memastikan bahwa perkebunan kelapa sawit di Indonesia mengikuti praktik berkelanjutan. Ini adalah upaya penting untuk memenuhi standar internasional yang melindungi lingkungan dan menghindari deforestasi.

2. Pemberian Subsidi dan Regulasi Harga Minyak Goreng

Intervensi pemerintah dalam harga minyak goreng bertujuan untuk menjaga ketersediaan minyak goreng yang terjangkau bagi konsumen. Ini dapat membantu mengendalikan inflasi dan mengurangi dampak fluktuasi harga minyak kelapa sawit terhadap konsumen.

3. Persetujuan Ekspor dan DMO

Pengaturan ekspor dan DMO untuk CPO dan produk turunannya adalah upaya pemerintah untuk mengelola pasokan CPO dan mendukung produksi biodiesel dalam negeri. Hal ini dapat membantu menjaga ketersediaan bahan baku untuk industri biofuel.

4. Pelarangan Sementara Ekspor CPO

Larangan sementara terhadap ekspor CPO dan produk turunannya adalah upaya untuk memprioritaskan pasokan dalam negeri. Ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mendukung industri biofuel.

5. Program Peremajaan Sawit Rakyat

Program peremajaan sawit rakyat adalah langkah penting untuk meningkatkan produktivitas perkebunan sawit rakyat. Penanaman ulang dan penggunaan teknologi budidaya yang tepat dapat membantu mengoptimalkan produksi minyak kelapa sawit.

6. Pengembangan Bahan Bakar Green Diesel, Green Avtur, dan Green Gasoline
Inisiatif PT Pertamina dalam mengembangkan bahan bakar berbasis minyak kelapa sawit adalah langkah menuju diversifikasi sumber bahan bakar. Ini dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Semua langkah ini menunjukkan komitmen pemerintah Indonesia dalam mengatasi tantangan terkait dengan penggunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku biofuel. Dengan pendekatan yang berkelanjutan dan diversifikasi sumber bahan bakar, Indonesia dapat memitigasi risiko dan mendukung penggunaan biofuel yang lebih berkelanjutan secara ekonomi dan lingkungan.

Langkah-langkah ini mencerminkan upaya pemerintah untuk mengatasi tantangan dalam penggunaan biofuel dan menjaga keberlanjutan dalam penyediaan bahan baku minyak kelapa sawit sambil mendukung diversifikasi sumber energi. Peningkatan keberlanjutan dalam produksi minyak kelapa sawit dan berbagai inisiatif dalam industri energi dapat membantu mencapai tujuan ini.

SIMPULAN

Pemanfaatan biofuel sebagai alternatif dalam diversifikasi sumber energi memiliki peran penting dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Bahan bakar ini dapat diproduksi dari bahan baku biomassa seperti kelapa sawit, jarak pagar, dan kedelai. Namun, tantangan utama yang dihadapi termasuk keberlanjutan sumber bahan baku, terutama minyak kelapa sawit, dan dampak lingkungan yang mungkin terjadi akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit.

1. Pengelolaan Berkelanjutan: Penting untuk mengembangkan dan menerapkan praktik perkebunan yang berkelanjutan untuk meminimalkan dampak negatif, termasuk deforestasi dan pengalihan lahan hutan. Pemerintah dan industri harus berkomitmen untuk mengikuti pedoman keberlanjutan yang ketat.
2. Diversifikasi Bahan Baku: Selain minyak kelapa sawit, perlu mendorong diversifikasi bahan baku biofuel, seperti menggunakan ubi kayu, ubi jalar, dan jagung. Ini akan mengurangi risiko yang terkait dengan ketergantungan pada satu jenis bahan baku.
3. Peningkatan Teknologi: Terus mengembangkan teknologi produksi biofuel yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta mencari inovasi dalam proses produksi untuk meminimalkan dampak lingkungan.
4. Kebijakan Energi Terbarukan: Mendorong kebijakan yang mendukung penggunaan biofuel sebagai sumber energi terbarukan dan memberikan insentif bagi produsen dan konsumen untuk mengadopsi biofuel.

Dalam keseluruhan, pengembangan dan pemanfaatan biofuel dalam diversifikasi sumber energi adalah langkah positif menuju pengurangan emisi karbon, keberlanjutan lingkungan, dan pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dengan perencanaan yang bijak, kerja sama, dan inovasi, biofuel dapat memainkan peran yang lebih besar dalam mencapai tujuan energi berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, Miza Nina, Anisya Hanifa Dinda, Sarah Yulinda, Octavia Chotimah, and Sauda Julia Merliyana, 'Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka', *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6.1 (2022), 974–80 <<https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>>
- Anonim, 'Pemanfaatan Dan Pengelolaan Biofuel (Biodiesel): Pembelajaran Dan Praktik Baik Dari Berbagai Negara', *Traction Energy Asia*, 2020, 1–49
- Lubad, Aziz Masykur, and Paramita Paramita W, 'Program Nasional Biofuel Dan Realitasnya Di Indonesia', *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 44.3 (2022), 307–18 <<https://doi.org/10.29017/lpmgb.44.3.173>>
- Mustofa, Ali, Trisna Aulia, and wahyu nadin Syafitra, 'Kajian Literatur: Tantangan Transisi Energi (Bbm Fosil Ke Bahan Bakar Nabati) Menggunakan Minyak Sawit Mentah', *Prosiding Seminar Nasional BSKJI "Post Pandemic Economy Recovery" III.5, 2022*, 39–49

Rina Juliet Artami, 'Tren Pemanfaatan Biofuel Global Dan Nasional', July, 2023
Suarna, Endang, 'Prospek Dan Tantangan Pemanfaatan Biofuel Sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak Di Indonesia', ... *Bio-Fuel Sebagai ...*, 2006, 1–15
<http://www.reocities.com/markal_bppt/publish/biofbbm/bisuar.pdf>