



## ARTIKEL

# Kebijakan Hijau: Konversi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel untuk Mengurangi Kasus Tuberkulosis dan Mencapai SDGs

Salmanera Senja Lopiani <sup>1\*</sup>, Achmad Ali Fikri <sup>2</sup>

Institut Agama Islam Negeri Kudus 1,2

\*Email: [salmanera17@student.iainkudus.ac.id](mailto:salmanera17@student.iainkudus.ac.id)

(Received 21 Agustus 2024; revised 26 Januari 2025; accepted 10 Februari 2025; published 14 Februari 2025)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kebijakan hijau pengolahan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel sebagai solusi atas masalah ketergantungan Indonesia pada minyak bumi dan dampak lingkungannya. Selain itu, minyak goreng sawit yang digunakan menyebabkan residu minyak jelantah berlimpah, memperburuk pencemaran lingkungan di Indonesia. Data menunjukkan peningkatan signifikan kasus TBC di Indonesia yang terkait langsung dengan tingginya polusi udara, salah satunya dari emisi bahan bakar fosil. Penggunaan biodiesel dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan partikulat, serta mengurangi polusi udara sehingga potensial untuk menurunkan kasus TBC. Memanfaatkan limbah minyak jelantah Indonesia untuk biodiesel dapat mengurangi ketergantungan pada minyak bumi serta memberikan dampak positif terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Penelitian kualitatif dengan analisis deskriptif interpretatif ini menghasilkan solusi konkret dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) di Indonesia. Gagasan ini memberikan inspirasi bagi mahasiswa biologi untuk mengubah minyak jelantah menjadi biodiesel yang berpotensi menurunkan kasus TBC dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Selain itu, pengolahan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel dapat menambah keterampilan bioentrepreneur bagi mahasiswa.

**Kata Kunci:** Biodiesel, Limbah, Lingkungan, Minyak Jelantah, TBC

## 1. Pendahuluan

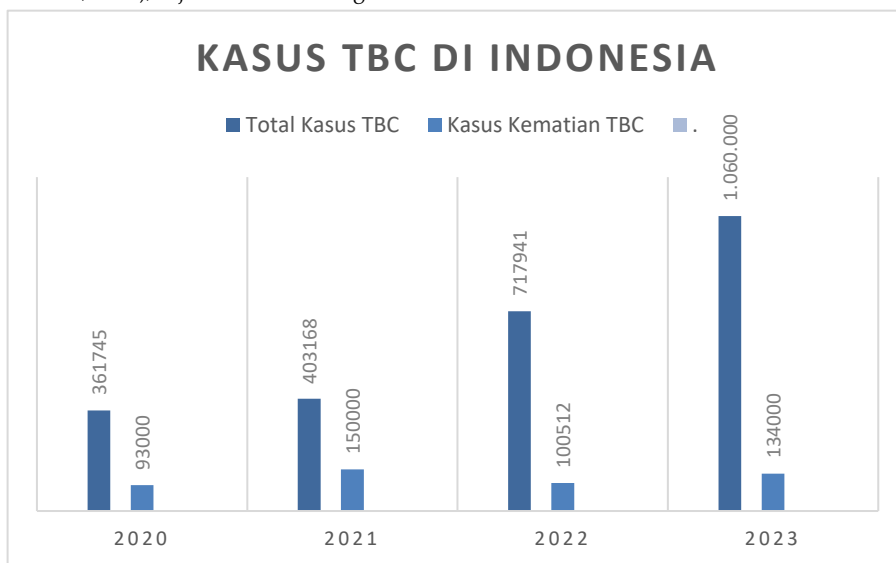
Salah satu jenis produk minyak bumi yang sering digunakan oleh industri di Indonesia adalah solar (minyak bumi). Oleh karena itu, kebutuhan minyak bumi sebagai bahan bakar kendaraan meningkat pesat seiring dengan meluasnya penggunaan transportasi pribadi dan umum. Indonesia saat ini masih bergantung pada ketersediaan sumber energi yang menggunakan bahan bakar fosil sehingga kelangkaan bahan bakar masih sering terjadi (Hardik, 2020).

Data yang diperoleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral menunjukkan persediaan minyak murni di Indonesia sekitar 9 miliar barel, dan dengan produksi rata-rata 500 juta barel per tahun, pasokan tersebut akan habis dalam 18 tahun. Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi, memenuhi kebutuhan lingkungan global, serta menjaga kelestarian alam adalah dengan mengembangkan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

Di sisi lain, masyarakat Indonesia umumnya menggunakan minyak goreng sawit untuk menggoreng dan proses produksi lainnya, sehingga tingkat konsumsi minyak goreng sawit di Indonesia cukup tinggi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021), konsumsi minyak goreng sawit di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 10,79 liter/kapita/tahun. Konsumsi minyak goreng sawit pada tahun 2019 dan 2020 masing-masing meningkat sebesar 11,09 dan 11,38 liter/kapita/tahun (Statistik, 2024). Tingginya konsumsi minyak goreng tersebut menghasilkan sisa pemasakan atau pengolahan berupa minyak jelantah atau limbah minyak goreng. Limbah minyak jelantah termasuk dalam kategori limbah domestik yang saat ini menempati peringkat cukup tinggi dalam status pencemaran lingkungan di Indonesia, dengan jumlah total sebesar 3,8 juta ton setiap tahunnya dari berbagai pihak (Gita Septyanti, 2016).

Minyak jelantah dan minyak solar sama-sama mengandung berbagai zat berbahaya yang dapat mengancam kesehatan tubuh kita dan lingkungan. Minyak jelantah yang digunakan kembali setelah beberapa kali proses penggorengan akan menimbulkan beberapa penyakit seperti kolesterol, penyumbatan pembuluh darah, penyakit jantung, dan lainnya (Haryono, 2010). Sedangkan efek samping penggunaan bahan bakar solar pada kendaraan dapat menyebabkan peradangan saluran pernafasan akut serta berbagai penyakit respirasi lainnya (Yiyi Xu, 2013).

Tidak hanya bagi kesehatan tubuh, minyak jelantah dan minyak solar juga dapat mengancam kelestarian lingkungan. Pembuangan minyak jelantah yang dilakukan secara sembarangan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan berdampak buruk bagi kehidupan, seperti tersumbatnya saluran air karena minyak yang dibuang mengeras pada suhu rendah, pencemaran air yang menyebabkan rusaknya ekosistem perairan, bahkan pencemaran tanah menyebabkan kekeringan dan berkurangnya unsur hara, air tanah, dan matinya ekosistem tanah (Damayanti, 2023). Sedangkan penggunaan bahan bakar solar menimbulkan emisi gas yang berbahaya bagi lingkungan. Gas buangan dari pemakaian solar mengandung beberapa komponen berbahaya seperti asap hitam (jelaga), hidrokarbon yang tidak terbakar (HC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), dan NO<sub>2</sub> yang secara umum disebut sebagai NO<sub>x</sub> yang memiliki potensi karsinogenik dan ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) (Havendri, 2008). Padahal berdasarkan Global TB Report 2023, Indonesia menempati peringkat kedua di dunia yang memiliki estimasi kasus TBC baru sebanyak 1.060.000 kasus yang menunjukkan adanya peningkatan dari tahun sebelumnya (RI, Kemenkes, 2023), dijabarkan melalui grafik berikut:



Gambar 1. Grafik Kasus TBC di Indonesia Tahun 2020-2023

Peningkatan kasus tuberkulosis (TBC) yang signifikan di Indonesia dari tahun 2020 hingga 2023 berdasarkan grafik tersebut menunjukkan adanya kekhawatiran serius terkait kesehatan masyarakat dan sistem perawatan kesehatan. Dalam rentang waktu tersebut, kasus TBC meningkat secara dramatis dari 361.745 kasus pada tahun 2020 menjadi 1.060.000 kasus pada tahun 2023 (RI, Kemenkes, 2023). Peningkatan ini tidak hanya menimbulkan kekhawatiran terhadap kesehatan individu, tetapi juga menunjukkan tantangan besar bagi upaya pengendalian penyakit tersebut di tingkat nasional.

Mengingat banyaknya limbah minyak jelantah dari industri dan rumah tangga, tingginya konsumsi minyak bumi, dan tingginya kasus TBC di Indonesia maka diperlukan solusi berupa kebijakan hijau dengan melakukan daur ulang minyak jelantah menjadi produk bernilai positif yaitu biodiesel, yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Pengolahan minyak jelantah menjadi produk biodiesel memerlukan teknologi inovatif berupa Green Technology KIT (Fikri, Lopiani, & Hasanah, 2024).

Biodiesel yang dihasilkan GT KIT memiliki beberapa keunggulan sebagai alternatif bahan bakar (Fikri, Lopiani, & Hasanah, 2024). Biodiesel memiliki angka cetane tinggi (>50), yang berarti pembakaran lebih cepat dan efisiensi termodinamis lebih baik. Kedua, memiliki titik kilat tinggi, sehingga lebih aman dari risiko kebakaran saat penyimpanan dan distribusi. Ketiga, tidak mengandung sulfur dan benzena yang bersifat karsinogenik, serta dapat terurai secara alami. Keempat, meningkatkan pelumasan mesin dan umur pemakaian mesin. Kelima, mudah dicampur dengan solar biasa tanpa memerlukan modifikasi mesin. Keenam, mengurangi asap hitam dari gas buang mesin diesel, meskipun hanya dengan penambahan biodiesel dalam solar sebesar 5-10% (Devita, 2015).

Biodiesel juga memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bahan bakar petroleum lainnya, seperti produksi lokal dengan menggunakan sumber minyak/lemak alami yang tersedia, serta memiliki dampak lingkungan yang lebih ramah dengan tingkat emisi rendah. Selain itu, tidak memerlukan modifikasi mesin karena memiliki efek pembersihan terhadap komponen mesin, dan tidak meningkatkan efek rumah kaca. Energi yang dihasilkan hampir sama dengan diesel petroleum dengan suara mesin yang lebih halus. Penanganan dan penyimpanannya lebih mudah karena tidak menghasilkan uap berbahaya pada suhu kamar, dan memiliki tingkat biodegradabilitas yang tinggi. Selain itu, pencampuran biodiesel dengan petroleum diesel dapat meningkatkan tingkat biodegradabilitas diesel petroleum hingga 500% (Pinto, 2005).

Dugaan adanya korelasi antara pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel dengan usaha mengurangi kasus TBC melalui minimalisasi pencemaran udara menjadi dasar pemikiran penelitian ini. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan sebab akibat pengolahan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel dengan usaha pengurangan kasus TBC di Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan memberikan jawaban atau solusi secara rinci atas tiga permasalahan yaitu tingginya limbah minyak jelantah, terbatasnya cadangan minyak bumi, dan tingginya kasus TBC di Indonesia secara langsung.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Kajian Pustaka 1

Pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel bukan hanya sebuah solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi, tetapi juga memiliki relevansi dalam konteks kesehatan masyarakat, termasuk kasus Tuberkulosis (TBC) di Indonesia. Minyak jelantah, yang dihasilkan dari limbah penggorengan, dapat diolah menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alkohol ringan, seperti metanol, menggunakan katalis basa (Effendi, Faiz & Firdaus, 2018). Biodiesel yang dihasilkan menawarkan sejumlah keuntungan, termasuk pengurangan emisi karbon monoksida, hidrokarbon, dan partikel yang berpotensi mencemari udara (Andi Hidayat, Paryono, Partono, 2017). Dengan emisi yang lebih rendah, biodiesel dapat membantu mengurangi polusi udara, yang berkaitan dengan berbagai masalah kesehatan, termasuk infeksi pernapasan seperti TBC.

TBC adalah masalah kesehatan masyarakat yang signifikan di Indonesia, di mana kualitas udara yang buruk dapat memperburuk kondisi penderita (Suyanto, Geater, & Chongsuvivatwong, 2019). Biodiesel memiliki keunggulan seperti angka cetane yang tinggi, titik kilat yang tinggi, serta tidak mengandung sulfur dan benzena, yang membuatnya lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil (Audri D Cappenberg, 2017). Dengan mengurangi asap hitam dari gas buang mesin diesel dan mengurangi emisi polutan, biodiesel berpotensi menurunkan tingkat polusi udara, yang dapat mengurangi risiko dan dampak penyakit pernapasan seperti TBC. Selain itu, biodiesel tidak memerlukan modifikasi mesin dan memiliki efek pembersihan terhadap komponen mesin, menjadikannya sebagai solusi berkelanjutan yang dapat mendukung perbaikan kualitas udara secara keseluruhan.

### 2.2 Kajian Pustaka 2

Ketergantungan Indonesia pada bahan bakar fosil masih sangat tinggi, dengan cadangan minyak murni diperkirakan akan habis dalam 18 tahun dengan produksi saat ini (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020). Dalam konteks ini, pencarian bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan menjadi semakin penting. Minyak jelantah, selain sebagai sumber bahan baku biodiesel, dapat memainkan peran dalam mengurangi dampak negatif lingkungan yang berhubungan dengan bahan bakar fosil, seperti emisi gas buang yang mengandung zat berbahaya.

Dampak lingkungan dari bahan bakar fosil, termasuk minyak solar, berkaitan langsung dengan kesehatan masyarakat. Polusi udara dari penggunaan bahan bakar fosil dapat memperburuk kondisi kesehatan seperti TBC, karena polusi dapat merusak sistem pernapasan dan menurunkan daya tahan tubuh terhadap infeksi. Minyak jelantah yang diolah menjadi biodiesel dapat membantu mengurangi kadar polutan di udara, yang penting untuk mengurangi risiko penyakit pernapasan. Oleh karena itu, pengembangan dan penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif tidak hanya relevan untuk keberlanjutan energi tetapi juga untuk peningkatan kesehatan masyarakat, khususnya dalam menghadapi tantangan penyakit menular seperti TBC. Dengan mengurangi emisi berbahaya dan meningkatkan kualitas udara, biodiesel berkontribusi pada penurunan prevalensi penyakit pernapasan dan memperbaiki kondisi kesehatan masyarakat secara umum.

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Desain penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang menggunakan pendekatan deskriptif interpretatif. Penelitian deskriptif mengumpulkan informasi secara langsung dan terperinci berdasarkan situasi yang ada, dengan tujuan menggambarkan fenomena yang diamati sesuai dengan keadaannya. Di sisi lain, penelitian interpretatif berusaha untuk menjelaskan peristiwa dengan memahami perspektif subjek penelitian atau sumber data yang dikumpulkan. Penelitian ini menafsirkan data yang diperoleh untuk mengungkapkan fakta kontekstual berdasarkan pemahaman peneliti terhadap sumber data yang dikumpulkan.

#### 3.2 Instrumen penelitian

Pengumpulan data kasus TBC menggunakan data pokok dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Tuberculosis (TB) Report. Data korelasi yakni angka polusi udara didapatkan dari Laporan Kualitas Udara Dunia IQAir 2023 dan Indeks Kualitas Udara (IQAir). Sedangkan data limbah minyak jelantah serta potensinya diubah menjadi biodiesel didapatkan melalui International Council on Clean Transportation dan kajian literatur lainnya.

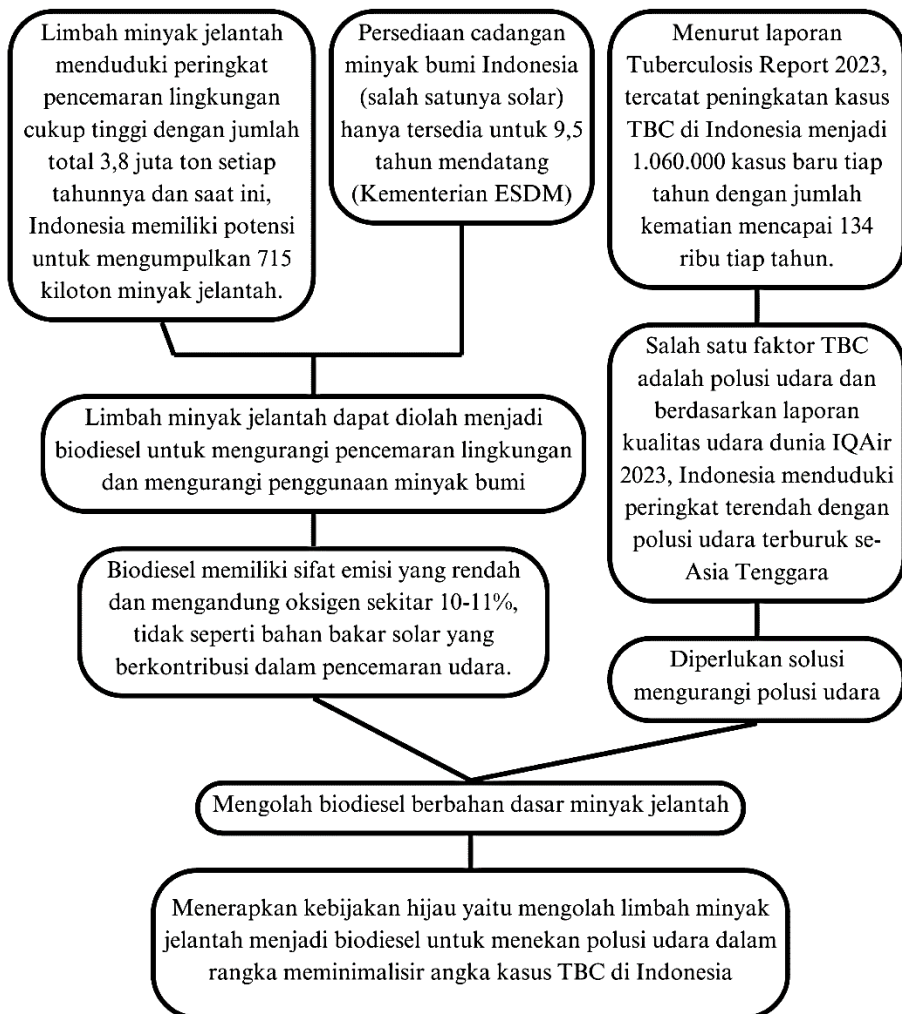
#### 3.3 Analisis Data

Tahapan analisis data kualitatif melibatkan beberapa langkah sistematis yang diintegrasikan dengan model Miles dan Huberman meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (verifikasi) (Sugiyono, 2015). Dalam penelitian kualitatif ini, data direduksi menjadi informasi yang relevan dan signifikan untuk penelitian (Sugiyono, 2015: 247). Data disajikan dalam berbagai bentuk, meliputi uraian singkat, bagan, hubungan antar kategori, dan lain-lain. Penyajian data ini bertujuan untuk mengungkapkan pola dan tema yang ada dalam data, sehingga peneliti memahami apa yang terjadi dan merencanakan kerja selanjutnya berdasarkan apa yang sudah dipahami (Sugiyono, 2015: 339).

Tahap terakhir analisis data adalah penarikan kesimpulan (verifikasi). Pada tahap ini, peneliti melakukan kesimpulan berdasarkan data yang telah disajikan. Dengan demikian, penelitian kualitatif ini dapat menghasilkan temuan baru yang sebelumnya belum pernah ada (Sugiyono, 2015: 252).

#### 4. Hasil Penelitian

Faktor yang menjadi dasar gagasan kebijakan hijau yakni hubungan antara banyaknya limbah minyak jelantah dan tingginya kasus TBC di Indonesia melalui Biodiesel. Hubungan sebab akibat antara kedua variabel penelitian tersebut dijabarkan melalui bagan di bawah ini.



Gambar 2. Bagan Korelasi Penggunaan Biodiesel dengan kasus TBC

#### 5. Pembahasan

Kebijakan hijau merupakan perwujudan dari pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan hidup yang berkelanjutan (sustainability) dan berkeadilan seiring dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat dalam lingkungan yang lebih baik dan sehat (Nefilinda, 2020). Beberapa negara di dunia telah menerapkan kebijakan hijau khususnya dalam bidang perekonomian seperti yang diterapkan di China. Selain kebijakan ekonomia hijau, adapula kebijakan lingkungan hijau yang diterapkan di luar negeri seperti pada penelitian Yiyi Xu (2013). Oleh sebab itu, Indonesia juga perlu menerapkan kebijakan hijau untuk mencapai lingkungan hidup berkelanjutan dan sejahtera dimulai dari analisis pengelolaan limbah menjadi produk bermanfaat sekaligus ramah lingkungan.

Hasil penelitian meliputi kasus TBC dan data limbah minyak jelantah di Indonesia dari tahun 2020-2023 yang terus mengalami peningkatan. Data kasus TBC di Indonesia yang dilaporkan oleh Tuberculosis Report 2023 diketahui bahwa kasus TBC meningkat menjadi 1.060.000 kasus baru pertahun dengan angka kematian mencapai 134 ribu per tahun. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan kasus TBC yang signifikan antara lain pengaruh pandemi COVID-19 pada beberapa tahun lalu serta tingginya polusi udara di Indonesia. Berdasarkan Laporan Kualitas Udara Dunia IQAir 2023, Indonesia menduduki peringkat terendah dengan polusi udara terburuk se-Asia Tenggara. Kota Jakarta sendiri menempati peringkat ke-7 untuk kota paling berpolusi di seluruh dunia. Konsentrasi rata-rata PM2.5 2023 di Indonesia yakni 7.4 kali nilai panduan kualitas udara tahunan WHO dengan keterangan bahwa kondisi udara Indonesia tidak sehat bagi kelompok sensitif (IQAir, 2024). Selain meningkatnya kasus TBC, angka kematian kasus TBC yang tinggi juga menjadi perhatian serius. Angka kematian yang tinggi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk diagnosis yang terlambat, komplikasi TBC yang parah, resistensi obat, akses terbatas terhadap perawatan kesehatan yang tepat, terpapar polusi udara terus-menerus, dan kurangnya kesadaran mengenai TBC.

Peningkatan Kasus TBC dapat ditekan dengan mengurangi faktor-faktor penyebabnya, seperti polusi udara. Penggunaan bahan bakar alternatif Biodiesel berbahan dasar limbah minyak jelantah memiliki sejumlah keunggulan, termasuk sifat emisi yang rendah dan mengandung oksigen sekitar 10-11% sehingga dapat mengurangi polusi udara sekaligus menekan angka peningkatan kasus TBC di Indonesia. Selain bertujuan mengurangi polusi udara dan kasus TBC, biodiesel turut memberikan kontribusi dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan keamanan serta kemandirian energi demi tercapainya pembangunan berkelanjutan. Penggunaan biodiesel menghasilkan emisi yang lebih rendah daripada diesel konvensional, dengan penurunan sekitar 78%. Biodiesel juga tidak mengandung sulfur sehingga tidak berkontribusi pada pembentukan hujan asam dan turut menjaga pelestarian lingkungan.

Biodiesel dapat dibuat melalui pengolahan limbah minyak jelantah yang banyak dihasilkan dari proses pemasakan domestik maupun industri. Indonesia memiliki potensi besar mengubah limbah minyak jelantah menjadi biodiesel. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa limbah minyak jelantah termasuk dalam kategori limbah domestik dengan peringkat cukup tinggi dalam status pencemaran lingkungan di Indonesia, dengan jumlah total 3,8 juta ton setiap tahunnya dari berbagai pihak (Gita, 2016). Saat ini, Indonesia memiliki potensi untuk mengumpulkan 715 kiloton minyak jelantah setiap tahun. Banyaknya jumlah minyak jelantah tersebut dapat diolah menjadi 651 kiloton biodiesel atau 608 kiloton biodiesel terbarukan (Kristiana, O'Connell, & Chelsea, 2023).

Berdasarkan bagan korelasi (Gambar 2) diketahui bahwa pengolahan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan mengurangi penggunaan minyak bumi (solar). Penggunaan biodiesel dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan partikulat, yang dapat mengurangi polusi udara. Polusi udara yang tinggi telah terkait dengan peningkatan risiko TBC, karena meningkatkan kerentanan terhadap infeksi TBC dan memperburuk kondisi pasien TBC. Sehingga pengolahan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel berkorelasi terhadap usaha menekan angka kasus TBC di Indonesia.

Kebijakan pengolahan limbah minyak jelantah yang tersebar di setiap rumah warga menjadi biodiesel apabila diterapkan dapat menekan peningkatan angka kasus TBC, kasus pencemaran limbah minyak jelantah, dan mengurangi penggunaan minyak bumi. Menerapkan kebijakan hijau ini dapat mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) untuk mencapai Indonesia emas 2045.

## 6. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sebuah rekomendasi sebagai salah satu kebijakan hijau dengan mengubah limbah minyak jelantah menjadi biodiesel untuk mengurangi pencemaran lingkungan, ketergantungan pada minyak bumi, dan menekan kasus tuberkulosis (TBC) di Indonesia. Biodiesel, sebagai bahan bakar alternatif, dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan partikulat, mengurangi polusi udara yang terkait dengan peningkatan risiko TBC. Kebijakan ini turut mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) dan mencapai Indonesia emas 2045.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Institut Agama Islam Negeri Kudus dan dosen pembimbing Bapak H. Achmad Ali Fikri, M.Pd. yang selalu membantu penelitian ini dari awal hingga akhir. Terima kasih juga kepada Institut Pendidikan Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk menyebarkan ilmu pengetahuan. Terima kasih kepada semua pihak yang berkepentingan terutama orang tua peneliti yang telah memberikan dukungan fisik dan mental kepada peneliti saat menyusun penelitian ini, dan terima kasih kepada para pembaca penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Adams, B. (2008). *Green development: Environment and Sustainability in a developing World (3rd ed.)*. Routledge.
- Andi Hidayat, Paryono, Partono. (2017). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Bio-Solar dan Pertamina Dex Terhadap Oposisi Gas Buang pada Mesin Diesel Commonrail D-4D Turbocharger. *Jurnal Teknik Otomotif Kajian Keilmuan dan Pengajaran*.
- Ardhany, S. D. (2018). Tingkat Pengetahuan Pedagang Warung Tenda di Jalan Yos Sudarso Palangkaraya Tentang Bahaya Penggunaan Minyak Jelantah Bagi Kesehatan. *Jurnal Surya Medika*, 3(2).
- Audri D Cappenberg. (2017). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biosolar dan Pertamina Dex Terhadap Prestasi Motor Diesel Silinder Tunggal. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi Terbit II*.
- Aziz, L., Nurbayati, S., & Ulum, B. (2011). Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Valensi*, 2(3).
- Broto, W. &. (2021). Pembuatan Biodiesel Minyak Goreng Bekas dengan Memanfaatkan Limbah Cangkang Telur Bebek sebagai Katalis CaO. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 2(1).
- Butaman, S. (2009). Strategi Pengembangan Industri Biodiesel Berbasis Kelapa di Maluku. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(2).
- Damayanti, N. A. (2023). Pengaruh variasi campuran limbah pupuk organik cair. *Jurnal Penelitian Sainstek*, 28(2), 74-84.
- Devita, L. (2015). Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif dan Prospektif. *Agrica Ekstensi*, 9(2).
- Dewi, C. W. (2016). Analisis Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Agroteknose*, 7(2).
- Effendi, Faiz & Firdaus. (2018). Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi Trasterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah. *Industrial Research*.
- Erna, N., & Wiwit, W. S. (2017). Pengolahan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah (Biofuel) Bagi Pedagang Gorengan di Sekitar FMIPA UNNES. *Jurnal Rekayasa*, 1(2).
- Fikri, A. A., Lopiani, S. S., & Hasanah, I. U. (2024). Green Technology Kit: A Development Learning Media with AI for SDGs. *International Journal of Learning Media on Natural Science (IJLENS)*, 30-36.
- Firdaus, M. &. (2020). Perkembangan Biodiesel di Indonesia Tinjauan Atas Kondisi Saat Ini, Teknologi Produksi & Analisis Prospektif. *Jurnal PASTI*, 9(1).
- Hák Tomáš Janoušková S. & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 565-573.
- Hamidi. (2004). *Metode Penelitian Kualitatif*. Malang: UMM Press.
- Hardik. (2020). Tinjauan Yuridis Terhadap Kelangkaan Pendistribusian bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Solar Bersubsidi Study di Kota Pontianak.
- Haryono, S. F. (2010). *Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit Bekas menjadi Biodiesel Studi Kasus: Minyak Goreng Bekas dari KFC Dago Bandung*. Yogyakarta: UPN veteran Yogyakarta.
- Havendri, A. (2008). Kaji Eksperimental Prestasi dan Emisi Gas Buang Motor Bakar Diesel Menggunakan Variasi Campuran Bahan Bakar Biodiesel Minyak Jarak (*Jatropha Curcas L*) Dengan Solar. *Laboratorium Konversi*



- Energi Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas*, 1(29).
- Hidayati, N. A. (2017). Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas menjadi Biodiesel dengan Katalis Kalsium Oksida. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1).
- IQAir. (2024, Mei 12). *Kualitas udara di Indonesia*. Retrieved from IQAir.com: [https://www.iqair.com/id/indonesia?srsId=AfmBOooCy3QWQxTxlzDI\\_tlycgAWjTGIGpf55\\_WAb7HiUYNihcf5oJrU](https://www.iqair.com/id/indonesia?srsId=AfmBOooCy3QWQxTxlzDI_tlycgAWjTGIGpf55_WAb7HiUYNihcf5oJrU)
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020, Oktober 22). *Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi (EBTKE)*. Retrieved from EBTKE ESDM: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.transisi.energi.mutlak.diperlukan?lang=en>
- Kristiana, T., O'Connell, A., & Chelsea. (2023, Mei 12). *Produksi biodiesel berkualitas tinggi*. Retrieved from International Council on Clean Transportation: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/08/UCO-Indonesia-Working-Paper-18-A4-BH-v3.pdf>
- Muhadjir, N. (2000). *Metodologi Penelitian Kualitatif Edisi IV*. Yogyakarta: Rake Sarasin.
- Nasution, M. A. (2007). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel Sawit terhadap Konsumsi dan Emisi Mobil Diesel Tipe Common Rail. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 15(2).
- Nefilinda. (2020). Teknologi HIJAU: Solusi Untuk Pelestarian Sumber Air. *Jurnal Spasial*.
- Perdana, S. P. (2011). *Analisis Kelayakan Usaha Pengolahan Minyak Jelantah (Waste Cooking Oil) Menjadi Biodiesel*. Bogor: IPB Press.
- Permana, E. &. (2020). Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah Berdasarkan Proses Saponifikasi dan Tanpa Saponifikasi. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(1).
- Pinto, A. G. (2005). Biodiesel: An Overview. *J. Braz. Chem Soc*, 1313-1330.
- RI, Kemenkes. (2023, Mei 17). *Laporan Capaian Global TB Report 2023*. Retrieved from TBC Indonesia: [https://tbindonesia.or.id/pustaka\\_tbc/laporan-capaian-global-tb-report-2023/](https://tbindonesia.or.id/pustaka_tbc/laporan-capaian-global-tb-report-2023/)
- Seo, K. J. (2021). The Impact of Artificial Intelligence on Learner–Instructor Interaction in Online Learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*.
- Statistik, B. P. (2024, Mei 9). *Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Minyak dan Kelapa Per Kabupaten/kota (Satuan Komoditas), 2021-2023*. Retrieved from Badan Pusat Statistik: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwMyMy/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-minyak-dan-kelapa-per-kabupaten-kota.html>
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suyanto, Geater, A., & Chongsuvivatwong, V. (2019). The Effect of Treatment during A Haze/Post-Haze Year on Subsequent Respiratory Morbidity Status among Successful Treatment Tuberculosis Cases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23).
- Syam, M. d. (2018). Peluang Pemanfaatan Limbah Minyak Goreng Sebagai Bahan Baku Biodiesel di Makassar. *TEPAT: Jurnal Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat.*, 1(2).
- UI, F. K. (2023). *Bahaya Buruknya Kualitas Udara Bagi Kesehatan Masyarakat*. Depok: FK UI Press.
- Venkatesan, E. P. (2022). Experimental Studies on Thermal-Barrier-Coated Engine Fuelled by a Blend of Eucalyptus. *ACS Omega*, 7(50), 46391-46401.
- Yiyi Xu, L. B. (2013). Effects of diesel exposure on lung function and inflammation biomarkers from airway and peripheral blood of healthy volunteers in a chamber study. *Particle and Fibre Toxicology*.