REVIEW: PENGARUH MATERIAL TANGKI PENYIMPANAN TERHADAP STABILITAS BIODIESEL B10

Rizki Ardian[1], Zahra Okta Dewanti[2], Barka Alimi[3], Oki Alfernando[4], Aldillah Herlambang[5], Rizka Shafira[6]

[1,2,3,4,5,6]*Universitas Jambi*
Email: zahraoktadewanti@gmail.com

ABSTRACT

The increasing scarcity and rising cost of crude oil and petroleum products have driven the search for alternative fuels to mitigate the depletion of conventional energy sources. One factor often overlooked in discussions about biodiesel quality is the role of storage tank material. However, the tank material interacts directly with the fuel over long periods and can trigger adverse reactions. Experiments on a biodiesel blend (B10) were conducted using semi-transparent HDPE, clear glass, and stainless steel. This paper aims to conduct a paper review of various studies related to material failure in storage tanks to identify the root cause. The method used is a literature review by reviewing scientific journals (Systematic Literature Review/SLR), proceedings, and relevant technical reports. The analysis focuses on factors influencing material failure, such as operating conditions, material mechanical properties, and maintenance aspects. The results show that color changes occur more rapidly in glass storage tanks compared to HDPE and stainless steel tanks. The results of this review are expected to serve as a reference in industrial equipment design.

Keywords : *Fuel Properties, Storage Tank Materials, Storage Stability.*

ABSTRAK

Meningkatnya kelangkaan dan meningkatnya biaya minyak mentah dan produk minyak bumi telah mendorong pencarian bahan bakar alternatif untuk mengurangi penipisan sumber energi konvensional. Salah satu faktor yang sering luput dari perhatian dalam diskusi tentang kualitas biodiesel adalah peran material tangki penyimpanan Padahal, material tangki berinteraksi langsung dengan bahan bakar dalam jangka waktu yang lama dan dapat memicu reaksi yang merugikan. Eksperimen pada campuran biodiesel (B10) dilakukan dengan HDPE semi – transparan, kaca bening, dan baja tahan. Jurnal ini bertujuan untuk melakukan observasi (paper review) terhadap berbagai penelitian terkait kegagalan material pada tangki penyimpanan guna mengidentifikasi penyebab utama, mekanisme metode yang digunakan adalah studi literatur dengan mengkaji jurnal ilmiah (Systematic Literature Review/SLR), prosiding, dan laporan teknis yang relevan. Analisis difokuskan pada faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan material, seperti kondisi operasi, sifat mekanik material, serta aspek pemeliharaan. Hasil menunjukan bahwa perubahan warna lebih cepat terjadi pada tangki penyimpanan kaca dibandingkan dengan tangki HDPE dan baja tahan karat. Hasil review ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam mendesain alat industri.

Kata Kunci : *Sifat-sifat bahan bakar, Bahan tangki penyimpanan, Stabilitas penyimpanan.*

PENDAHLUAN

Ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil telah lama menjadi isu strategis yang menuntut penanganan serius. Di Tengah menipisnya cadangan minyak bumi dan meningkatnya tekanan terhadap neraca perdagangan akibat impor solar, pemerintah Indonesia telah menempuh Langkah konkret dengan mengembangakan program mandatori biodiesel. Biodiesel sebagai bahan bakar nabati yang dihasilkan dari minyak kelapa sawit melalui proses transesterifikasi menjadi produksi yang sudah matang (Krisnaputra et al.,2025).

Perjalanan program biodiesel di Indonesia dimulai secara bertahap sejak tahun 2008 dengan campuran B2,5 lalu berkembang menjadi B7,5 pada 2010, dan mencapai B10 tahun 2014. B10 sendiri merupakan campuran bahan bakar yang terdiri dari 10% Fatty Acid Methyl Ester (FAME) berbasis minyak kelapa sawit dan 90% minyak solar murni. Dari sisi spesifikasi, B10 harus memenuhi parameter mutu yang mengacu pada standar campuran biodiesel, di antaranya massa jenis 815–880 g/L pada suhu 15°C, viskositas kinematik 2,3–6,0 mm^2/s pada 40°C, angka setana minimal 51, angka asam maksimal 0,6 mg KOH/g, serta kandungan air maksimal 400 ppm sebagaimana yang ditetapkan dalam regulasi Kementerian ESDM (Sterpu et al.,2024).

Kegunaan B10 tidak dapat dipandang sebelah mata. Dalam konteks lingkungan, biodiesel mengandung oksigen lebih tinggi dan hampir tidak mengandung sulfur, sehingga menghasilkan emisi karbon monoksida (CO), hidrokarbon tidak terbakar, partikulat, dan senyawa beracun yang jauh lebih rendah dibandingkan solar murni (Mufidah et al., 2024).

Dari sisi ekonomi, implementasi B10 sejak 2014 telah menjadi fondasi awal yang kemudian berkembang menjadi B20 dan terus meningkat. Penghematan devisa dari substitusi solar impor terus meningkat dari sekitar USD 290 juta pada awal implementasi B10 tahun 2015, hingga mencapai angka yang jauh lebih besar seiring meningkatnya blending rate di tahun-tahun berikutnya (Ahmad et al.,2025).

Selain itu, program biodiesel juga memberikan nilai tambah bagi hilirisasi industri kelapa sawit, menstabilkan harga CPO dan TBS di pasar domestik, sekaligus menyerap tenaga kerja dalam jumlah yang signifikan di sektor pertanian dan industri pengolahan (Wirawan et al.,2023).

Salah satu faktor yang sering luput dari perhatian dalam diskusi tentang kualitas biodiesel adalah peran material tangki penyimpanan. Selama ini perhatian lebih banyak diarahkan pada proses produksi dan penambahan antioksidan, sementara kontribusi material wadah penyimpanan terhadap degradasi biodiesel belum mendapatkan porsi kajian yang memadai. Padahal, material tangki berinteraksi langsung dengan bahan bakar dalam jangka waktu yang lama dan dapat memicu reaksi yang merugikan. Logam-logam tertentu seperti tembaga dan seng diketahui bersifat katalis yang mempercepat oksidasi biodiesel, sementara gliserol yang terkandung dalam biodiesel dapat memicu korosi pada logam-logam tersebut. Di sisi lain, material polimer seperti HDPE (High-Density Polyethylene) dan polipropilena memiliki karakteristik kompatibilitas yang berbeda dengan biodiesel dibandingkan material logam seperti stainless steel atau baja (Sterpu et al.,2024).

METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah *literatur review.* Yaitu sebuah pencarian literatur jurnal nasional minimal terindex sinta dan jurnal internasional minimal terindex

scopus, serta data data dari beberapa artikel lainnya. Pada tahap awal pencarian artikel jurnal diperoleh 20 artikel dari tahun 2022 – 2026 mengunakan kata kunci “Sifat-sifat bahan bakar”, “Bahan tangki penyimpanan” dan “Stabilitas penyimpanan” yang diidentifikan untuk mencari efektivitas material dan bahan baku yang cocok bagi tanki penimpanan terhadap stabilitas biodisel. Dari 20 artikel hanyak sekitar 5 artikel yang dianggap relevan.



Gambar 2.1 Tangki material fiberglass.



Gambar 2.2 Tangki Baja Karbon.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang direview ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya penggunaan biodiesel (B10) sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan, namun masih memiliki kelemahan utama berupa stabilitas penyimpanan yang rendah akibat oksidasi, penyerapan air, serta degradasi kimia selama penyimpanan. Dalam konteks tersebut, material tangki penyimpanan menjadi faktor penting karena berinteraksi langsung dengan biodiesel dalam jangka waktu lama dan dapat memengaruhi perubahan sifat fisikokimia bahan bakar. Proses pemilihan material dilakukan secara eksperimental dengan membandingkan tiga jenis material, yaitu HDPE, kaca, dan baja tahan karat, yang diuji pada kondisi lingkungan berbeda (indoor dan outdoor) selama 180 hari. Evaluasi kinerja material didasarkan pada perubahan parameter seperti densitas, viskositas, nilai asam, kadar air, dan titik nyala, sehingga diperoleh hasil bahwa baja tahan karat merupakan material yang paling stabil, sedangkan kaca mengalami degradasi paling tinggi akibat paparan cahaya.

Dalam pemilihan material tersebut, kriteria yang digunakan dalam penelitian ini masih didominasi oleh aspek teknis, seperti ketahanan terhadap oksidasi, stabilitas sifat fisikokimia biodiesel, interaksi kimia antara material dan bahan bakar, serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan seperti suhu, cahaya, dan kelembaban. Namun, kriteria ekonomi belum dibahas secara jelas, seperti biaya material, biaya operasional, dan umur pakai, padahal aspek ini sangat penting untuk penerapan di industri. Dari sisi lingkungan, penelitian ini hanya mempertimbangkan pengaruh kondisi lingkungan terhadap degradasi biodiesel, namun belum mengevaluasi dampak lingkungan dari material yang digunakan, seperti potensi daur ulang maupun analisis siklus hidup material. Selain itu, aspek keselamatan masih terbatas pada parameter titik nyala dan indikasi degradasi bahan bakar, tanpa pembahasan lebih lanjut terkait risiko kegagalan material, korosi jangka panjang, maupun standar keselamatan tangki penyimpanan.

Secara kritis, kriteria pemilihan material dalam penelitian ini belum sepenuhnya lengkap jika dibandingkan dengan standar rekayasa konstruksi kimia modern. Meskipun penelitian ini memiliki keunggulan dalam pendekatan eksperimental dan penggunaan parameter uji yang mengacu pada standar seperti ASTM, cakupan analisisnya masih terbatas pada aspek teknis dan belum mengintegrasikan aspek ekonomi, lingkungan, dan keselamatan secara menyeluruh. Selain itu, penelitian ini juga belum mengacu pada standar desain industri seperti API atau ASME serta belum menggunakan metode seleksi material yang sistematis, seperti pendekatan multi-kriteria. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kriteria yang digunakan sudah cukup untuk studi akademik awal, namun belum memenuhi kebutuhan analisis yang komprehensif untuk aplikasi di industri kimia modern.

Penggunaan tangki berbahan High-Density Polyethylene (HDPE) dalam penyimpanan biodiesel B10 menunjukkan beberapa bentuk kegagalan yang bersifat progresif. Kegagalan utama yang terjadi adalah fenomena swelling, yaitu pengembangan dimensi material akibat difusi rantai ester Fatty Acid Methyl Ester (FAME) ke dalam celah antar rantai polietilena, yang menyebabkan penipisan dinding tangki dan meningkatkan kerentanan terhadap keretakan pada bagian sambungan. Selain itu, senyawa aditif seperti antioksidan dan stabilizer UV yang terkandung dalam HDPE cenderung larut ke dalam biodiesel, sehingga menyebabkan kontaminasi yang berdampak pada peningkatan angka asam sekaligus melemahkan integritas mekanik material tangki itu sendiri. Sifat permeabilitas HDPE terhadap oksigen juga turut memperburuk kualitas biodiesel yang disimpan, karena oksigen yang berdifusi melalui dinding polimer memicu terbentuknya senyawa peroksida dan asam lemak bebas yang menurunkan stabilitas oksidasi biodiesel B10 secara signifikan.

Tangki berbahan kaca bening menunjukkan kegagalan yang lebih cepat dibandingkan HDPE, terutama akibat fenomena foto-oksidasi yang disebabkan oleh kemampuan kaca dalam meloloskan seluruh spektrum cahaya tampak dan ultraviolet. Radiasi cahaya tersebut mengaktifkan reaksi berantai radikal bebas pada asam lemak tak jenuh dalam biodiesel, menghasilkan senyawa hidroperoksida yang menyebabkan bilangan peroksida meningkat drastis dalam waktu singkat, disertai perubahan warna biodiesel dari kuning jernih menjadi kecoklatan sebagai indikator kerusakan oksidatif. Proses degradasi ini juga berdampak pada peningkatan angka asam yang berpotensi melampaui batas maksimum SNI sebesar 0,5 mg KOH/g, sehingga biodiesel bersifat korosif terhadap komponen sistem bahan bakar seperti pompa injeksi dan injektor. Selain itu, produk oksidasi yang terbentuk dapat mengalami polimerisasi menjadi gum dan sedimen yang menyumbat filter bahan bakar, sementara ketidakmampuan kaca bening dalam memblokir panas radiasi menyebabkan suhu biodiesel meningkat dan semakin mengakselerasi seluruh reaksi degradasi yang terjadi.

Pembahasan

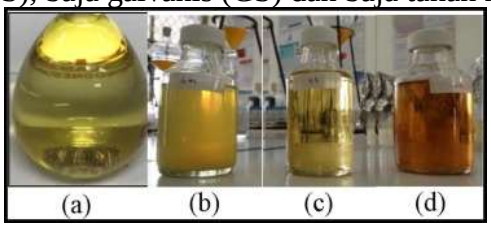
Berdasarkan hasil kajian literatur dari berbagai penelitian sebelumnya, dilakukan perbandingan beberapa material berdasarkan kriteria tertentu. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui keunggulan dan kekurangan masing-masing material sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan material yang tepat. Perbandingan sifat material pada tangki penyimpanan terhadap stabilitas Biodisel B10 dapat di lihat dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Sifat Material Pada Tangki Penyimpanan.

Kriteria	Material dalam Jurnal	Material Alternatif 1	Material Alternatif 2
Nama Material	HDPE, Kaca Bening, dan Stainlees Steel	Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)	Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel)
Kekuatan Tarik	HDPE: 20-37(MPa) Kaca: 30-50(MPa) Stainlees Steel: 515-720(MPa)	100-900(MPa)	400-550(MPa)
Ketahanan korosi	Stainlees Steel: (sangat baik)	Sangat baik	Baik
Ketahanan Kimia	HDPE:(sangat baik) Kaca:(sangat baik)	Sangat baik	Sangat baik
Titik Leleh	HDPE:120-130^{o}C Kaca:±1400^{o}C Stainlees Steel:±1400-1450	60-200^{o}C (tergantung resin	1425-1540^{o}C
Kelebihan	HDPE: biaya relatif rendah,ringan, dan fleksibel Kaca:transparan (mudah observasi), tidak bereaksi dengan banyak zat Stainlees Steel: umur pakai Panjang, higienis dan mudah di bersihkan	Ringan tapi kuat Tahan korosi tinggi Perawatan rendah Mudah dibentuk Umur pakai Panjang	Kuat dan tahan beban tinggi Harga relatif murah Mudah di las atau dibentuk Tahan suhu tinggi Mudah tersedia di pasaran
Kekurangan	HDPE: tidak tahan suhu tinggi Kaca: rapuh, sulit diperbaiki jika retak dan mudah pecah Stainlees Steel: harga mahal, massa jenis tetap tinggi, dan dapat mengalami korosi pitting pada lingkungan klorida tinggi.	Tidak tahan suhu tinggi Lebih mahal dibandingkan baja karbon biasa	Mudah korosi Berat Perawatan lebih tinggi di banding FRP

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa setiap material memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing. HDPE dan kaca bening unggul dalam ketahanan kimia, namun HDPE kurang tahan suhu tinggi dan kaca bersifat rapuh. Stainless steel memiliki kekuatan tarik dan ketahanan korosi yang sangat baik serta umur pakai panjang, tetapi harganya relatif mahal.

Menurut Leily Nurul Komariah et al, (2023). Penyimpanan biodiesel rapi (B100) dilakukan dalam tiga tangki dengan desain yang relatif mirip namun terbuat dari tiga jenis material yang berbeda, yaitu baja karbon (CS), baja galvanis (GS) dan baja tahan karat (SS).



Gambar 4.1 Biodiesel (a) sebelum penyimpanan, setelah penyimpanan (b) di GS, (c), di SS, (d) di Tangki CS.

Hasil ini menunjukan bahwan keberadaan karbon, seperti endapan organik dan karbon amorf bersifat kompleks. Selain itu, perubahan warna biodiesel menunjukkan perubahan sifat fisik bahan bakar, dan komposisinya dengan adanya spesies logam dalam bahan bakar. Karena biodiesel dapat mengoksidasi dirinya sendiri dan spesies logam dapat bereaksi sebagai katalis dalam reaksi tersebut. Kehadiran warna merah ssangat disebabkan oleh oksida logam dalam diesel.

Sebagai alternatif, FRP menawarkan keunggulan ringan, tahan korosi, dan perawatan rendah, meskipun kurang tahan suhu tinggi. Baja karbon rendah memiliki kekuatan tinggi, tahan suhu tinggi, serta biaya lebih ekonomis dan mudah difabrikasi, tetapi rentan terhadap korosi. Dengan demikian, pemilihan material harus disesuaikan dengan kebutuhan teknis, kondisi lingkungan, dan pertimbangan biaya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil review jurnal yang berjudul "Pengaruh Material Tangki Penyimpanan terhadap Stabilitas Biodiesel B10", dapat disimpulkan bahwa material tangki penyimpanan memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas dan stabilitas biodiesel B10 selama masa penyimpanan. Penelitian yang dilakukan secara eksperimental dengan membandingkan tiga jenis material HDPE, kaca bening, dan baja tahan karat menunjukkan bahwa baja tahan karat merupakan material paling stabil karena mampu mempertahankan parameter fisikokimia biodiesel seperti densitas, viskositas, nilai asam, kadar air, dan titik nyala dengan perubahan yang paling minimal. Sebaliknya, kaca bening terbukti mengalami degradasi paling tinggi akibat paparan cahaya yang mempercepat proses oksidasi, termasuk perubahan warna yang lebih cepat dibandingkan material lainnya. Sementara itu, HDPE dinilai sebagai pilihan yang ekonomis dengan ketahanan kimia yang baik, namun memiliki kelemahan pada ketahanan terhadap suhu tinggi. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena analisisnya baru mencakup aspek teknis dan belum mengintegrasikan aspek ekonomi seperti biaya material dan umur pakai, aspek lingkungan seperti potensi daur ulang dan analisis siklus hidup material, serta aspek keselamatan seperti risiko kegagalan material jangka panjang dan kesesuaian dengan standar industri seperti API atau ASME. Oleh karena itu, hasil review ini dapat dijadikan acuan awal dalam merancang sistem penyimpanan biodiesel, namun perlu dilengkapi dengan kajian yang lebih komprehensif dan sistematis agar dapat diterapkan secara optimal dalam skala industri kimia modern.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, N., Khaerudin, Jupriyanto, Haryanto, A. and Putra, R.D. (2025) 'Contribution of B35 biodiesel to Indonesia's re-newable energy target and challenges for B40 implementation', Motivection: Journal of Mechanical, Electrical and In-dustrial Engineering, 7(3), pp. 291–302. https://doi: 10.46574/motivection.v7i3.473.

Krisnaputra, R., Pratiwi, I.A.P., Prayitno, Y.A.K., Djati, I. and Nugraha, S.A. (2025) 'Analisis emisi gas buang mesin die-sel tipe common rail dengan variasi bahan bakar B0 dan bio diesel B40', Jurnal Enginer: Energi, Manufaktur, dan Materi-al, 9(2), pp. 287–296. https://doi: 10.30588/jeemm.v9i2.2460.

Mufidah, Z., Tiguna, A.H., Haryanto,A(2024) 'Stability characteristics of pure biodiesel (B100), biodiesel mixture (B40), and petroleum diesel (B0)', Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 13(3), pp. 900–913. https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i3.900-913.

Sterpu, A.E., Simedrea, B.G., Chis, T.V. and Săpunaru, O.V. (2024) 'Corrosion effect of biodiesel-diesel blend on different metals/alloy as automotive components materials', Fuels, 5(1), pp. 17–32. https://doi: 10.3390/fuels5010002.

Wirawan, S.S., Solikhah, M.D., Setiapraja, H. and Sugiyono, A. (2024) 'Biodiesel implementation in Indonesia: Experi-ences and future perspectives', Renewable and Sustainable Energy Reviews, 189, artikel 113911. https://doi: 10.1016.

Leily Nurul Komariah, Susila Arita, Baikuni E. Prianda, Tri K. Dewi (2023) 'Technical assessment of biodiesel storage tank; A corrosion case study', Journal of King Saud University - Engineering Sciences, 35(3), pp. 232-237. https://doi.org/10.1016/j.jksues.2021.03.016.