

PRODUKSI DAN PEMANFAATAN GLISERIN PITCH DARI INDUSTRI OLEOKIMIA BERBASIS KELAPA SAWIT

M. Anshari*, Hasrul A Hasibuan, M. Erlangga Habibi Nst, dan Fadlin Qistin Nasution

Abstrak - Gliserin pitch (GP) merupakan produk sampingan dari industri turunan kelapa sawit oleokimia khususnya pengolahan fatty acid & gliserin serta biodiesel yang menghadirkan tantangan besar dalam pengelolaannya sebagai limbah, namun juga menawarkan peluang untuk pemanfaatannya yang berkelanjutan. Permintaan global terhadap gliserin yang meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan standar hidup telah meningkatkan produksi gliserin, terutama dari sektor produksi biodiesel dan oleokimia. Di Indonesia, GP dihasilkan sebagai produk residu selama proses pemurnian gliserin, yang menghasilkan gliserin berkualitas tinggi. GP mengandung gliserol dalam konsentrasi rendah dan kontaminan lainnya, yang menjadikannya sebagai limbah berbahaya. Pengelolaan GP memerlukan biaya tinggi dan menimbulkan tantangan lingkungan sehingga pembuangannya memerlukan metode khusus. Berbagai strategi telah diusulkan untuk mengonversi glycerine pitch (GP) menjadi produk bernilai tambah, mencakup pemanfaatannya sebagai bahan baku biofuel, material konstruksi, dan bioplastik, sekaligus sebagai sumber nutrisi dan substrat potensial dalam produksi pupuk hayati. Meskipun terdapat hambatan ekonomi dan teknologi, seperti biaya pengolahan yang tinggi, perkembangan teknologi hijau dan ekonomi sirkular memberikan peluang untuk memanfaatkan kembali GP menjadi produk bernilai tambah.

Kata kunci: Gliserin pitch, biodiesel, industri oleokimia, pengelolaan limbah, ekonomi sirkular, biofuel, bioplastik, keberlanjutan.

PENDAHULUAN

Gliserin, yang juga disebut sebagai gliserol, merupakan produk oleokimia serbaguna dengan aplikasi luas dalam berbagai sektor industri, termasuk medis, farmasi, makanan, *skin-care*, dan tembakau. Peningkatan permintaan global terhadap oleokimia, yang didorong oleh faktor-faktor seperti pertumbuhan populasi dan peningkatan standar hidup telah meningkatkan produksi gliserin, terutama dari produksi biodiesel dan oleokimia (Loh, 2017). Gliserin pitch (GP) merupakan produk sampingan dari proses pemurnian gliserin mentah (*crude glycerine*) untuk menghasilkan gliserin dengan kemurnian tinggi (Sihombing et al., 2023).

Industri oleokimia memanfaatkan minyak sawit dan

minyak nabati lainnya untuk menghasilkan berbagai produk turunan, termasuk asam lemak, metil ester, dan gliserin (Kakar et al., 2022; Latisya, 2022). Gliserin, produk sampingan yang dihasilkan secara simultan dari proses hidrolisis, mengalami pemurnian untuk meningkatkan kemurniannya hingga mencapai standar farmasi atau kosmetik (Hudha, 2017). Namun, pemurnian ini menghasilkan sekitar 10% dari produk sebagai bahan yang kurang berguna, termasuk GP (Aggo et al., 2023). Demikian pula pada industri biodiesel, yang telah mengalami pertumbuhan pesat yang didorong oleh kebijakan terbaru untuk mendorong penggunaan energi terbarukan, yang juga menghasilkan gliserin sebagai produk sampingan sekunder (Purba et al., 2018; Wahyudin et al., 2018). Dalam produksi biodiesel, gliserin diperoleh sebagai produk sampingan selama proses transesterifikasi, yang mengubah minyak nabati menjadi biodiesel dengan bantuan metanol dan katalis (Arbianti et al., 2018; Megawati et al., 2022). Gliserin mentah ini kemudian dimurnikan, dan residunya membentuk GP (Hudha, 2017).

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

M. Anshari* (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158, Indonesia
Email: anshori14@gmail.com

Pembuangan GP yang dihasilkan dari industri oleokimia menimbulkan tantangan lingkungan yang signifikan karena sifatnya yang berbahaya (Zulkefli et al., 2024). Pengelolaan limbah GP dari segi ekonomis membutuhkan biaya tinggi, dimana industri lebih memilih menggunakan jasa pembuangan komersial yang khusus menangani bahan berbahaya (Tsai et al., 2021). Di negara-negara seperti Malaysia dan Indonesia, GP dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sesuai dengan peraturan lingkungan yang berlaku, sehingga memerlukan metode pembuangan yang khusus untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan (Septiani & Sihombing, 2024). Kondisi ini menekankan pentingnya penerapan strategi pengelolaan limbah yang efektif, yang tidak hanya

berfokus pada pembuangan, tetapi juga mengupayakan konversi GP menjadi produk yang bernilai guna (Sharma et al., 2022).

KARAKTERISTIK DAN KOMPOSISI GP

Komposisi Kimia

Komposisi kimiawi GP umumnya terdiri dari gliserol, asam lemak bebas, garam anorganik, serta senyawa residu lainnya yang dihasilkan dari proses penyulingan. Meskipun gliserol merupakan komponen utama, konsentrasinya dalam GP jauh lebih rendah dibandingkan dengan gliserol mentah (Armylisas et al., 2023).

Tabel 1. Komposisi Kimia Kandungan GP

Kandungan	(Teoh et al., 2021a)	(Arofai et al., 2024)	(Apolin, 2019)
Gliserol (%)	< 70	18,76	0 – 30
FFA (%)	< 4	-	-
Inorganic salts (%)	<5	21,64	Monitoring
moisture content (%)	3,39	0,19	0 – 2
Ash volatile (%)	17,67	23,80	20 – 60
Caloric Value (kcal/kg)	4017	-	-
MONG	-	57,62	40 - 60

Sifat fisik

Secara visual, GP berwarna coklat tua hingga hitam, dengan wujud sangat kental dan lengket (Armylisas et al., 2023). Densitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan gliserin murni, berada di kisaran 1,0 hingga 1,1 g/cm³ (Teoh et al., 2021a). Viskositasnya yang sangat tinggi membuatnya lebih menyerupai semi-padat pada suhu kamar (Armylisas et al., 2023). Titik leleh GP bervariasi, namun mulai melunak pada suhu 40-50°C dan menjadi cair pada suhu yang lebih tinggi (Hock & Zaini, 2022). GP bersifat sebagian larut dalam air, namun kelarutannya sering memerlukan pelarut seperti etanol atau metanol untuk melarutkannya secara sempurna (MSDS, 2017). Selain itu, GP memiliki bau khas seperti bau terbakar atau berlemak, tergantung

pada kotoran yang terkandung di dalamnya. Sifat-sifat fisik ini dapat bervariasi tergantung pada sumber dan proses pemurnian gliserin yang digunakan (Merapan, 2015).

Sumber dan Produksi GP

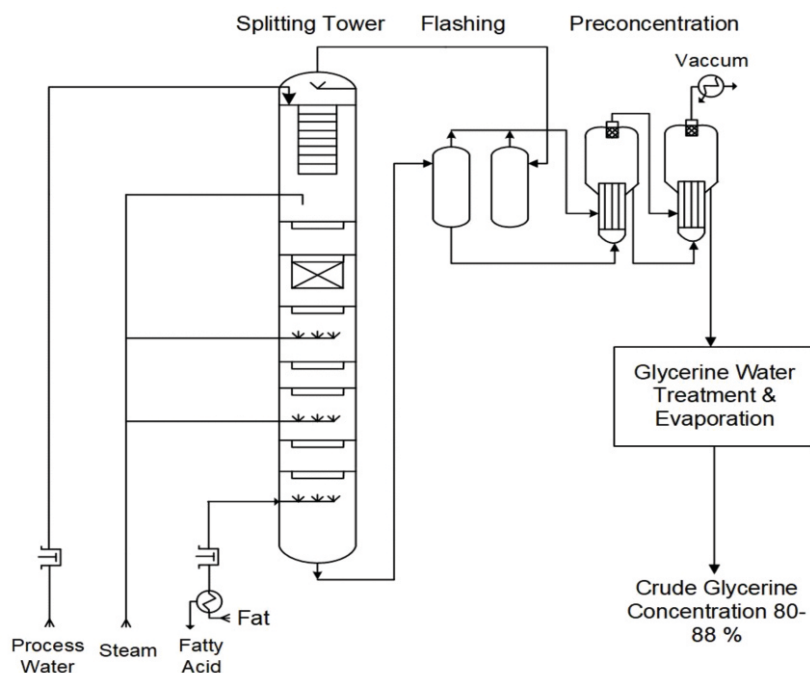
Proses pertama adalah perlakuan awal, dimana asam lemak (biasanya berasal dari Palm Stearin ataupun Minyak Intik Sawit) direaksikan dengan asam untuk menghilangkan fosfatida, kemudian dilanjutkan dengan pencucian menggunakan air untuk membersihkan sisa-sisa asam. Selanjutnya, lemak yang telah dilakukan *pre-treatment* dihidrolisis, untuk memecah trigliserida menjadi gliserin dan asam lemak (Baena et al., 2022).

Pemurnian gliserin tahap pertama melalui jalur hidrolisis menghasilkan gliserin dengan konsentrasi

rendah yang kemudian dipekatkan konsentrasinya hingga 88% (Gambar 2).



Gambar 1. Gliserin Pitch (Teoh et al., 2021a; Tong Jian, 2019)



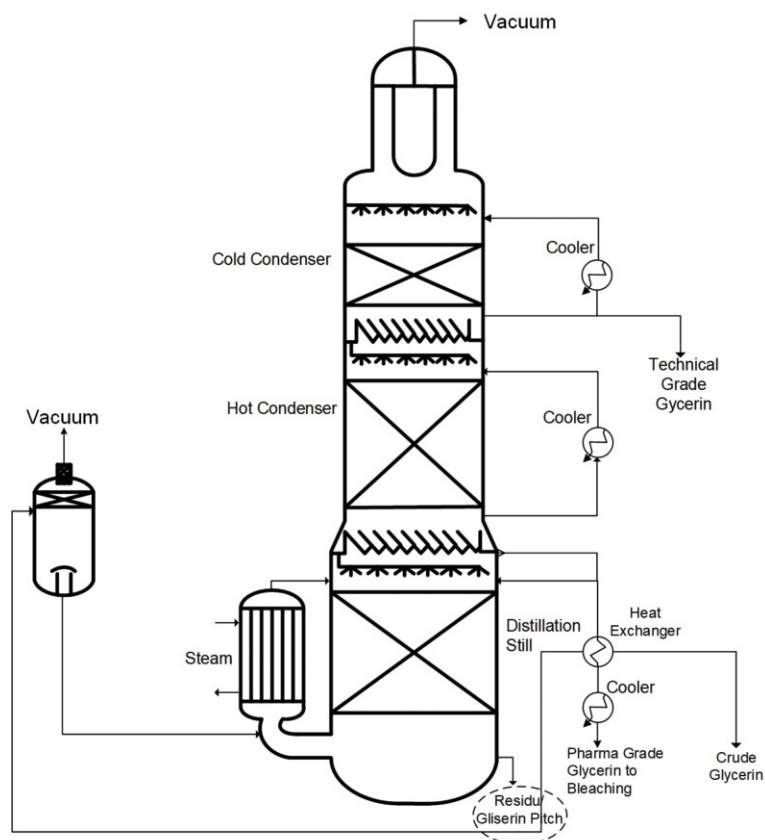
Gambar 2. Flow proses hidrolisis – pemurnian gliserin (Icheme, 2017)

Reaksi hidrolisis dilakukan secara terus-menerus dengan menggunakan air proses yang sudah terionisasi dan bebas dari gelembung udara pada 250-255°C dan tekanan 50-55 bar (Hasibuan et al., 2024). Suhu dan tekanan yang tinggi ini memastikan bahwa air lebih mudah larut dalam fase lemak. Namun, alasan utama penggunaan tekanan tinggi adalah untuk menjaga air tetap dalam bentuk cair meskipun berada

pada suhu di atas titik didihnya (Lv et al., 2018). Hasil dari reaksi hidrolisis berupa *crude fatty acid* yang keluar dari atas splitting tower sementara crude gliserin dari bawah, akibat adanya perbedaan densitas dari kedua material tersebut. Tahap lanjut, crude gliserin akan di-treatment dan dimurnikan pada tahapan treatment gliserin (Thirunavukarasu & Panda, 2015). Pada tahapan selanjutnya crude gliserin akan

diapkan pada evaporator multiefek hingga konsentrasi gliserin menjadi 80-88%. Setelah itu, dilanjutkan proses distilasi (Gamabr 3) untuk mencapai kemurnian gliserin lebih dari 99,5%. Dari

tahap distilasi, dihasilkan aliran produk samping yang mengandung gliserin, yang dapat didistilasi ulang, dan residu yang dihasilkan dari proses distilasi disebut GP dengan kadar gliserol yang rendah.



Gambar 3. Destilasi Gliserin (Icheme, 2017)

Adapun sumber GP pada proses transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel (Gambar 4.), dimulai dengan RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) dipanaskan pada 60°C di Heater untuk mencapai reaksi yang homogen. Selanjutnya, RBDPO dimasukkan bersama metanol dan sodium methoxide ke dalam reaktor dan dipanaskan pada suhu operasi 50°C. Fluida kemudian didinginkan di Cooler pada 50°C sebelum dimasukkan ke Separator, dimana terjadi pemisahan gravitasi antara fasa ringan (*Fatty Methyl Ester, FAME*) dan fasa berat (*water glycerine*) (Dunford, 2016). Pada tahap selanjutnya FAME dimurnikan kembali sementara *crude glycerine* masuk pada tahapan multi efek evaporasi dan didistilasi sama seperti pemurnian pada gliserin (Gambar 3) dari

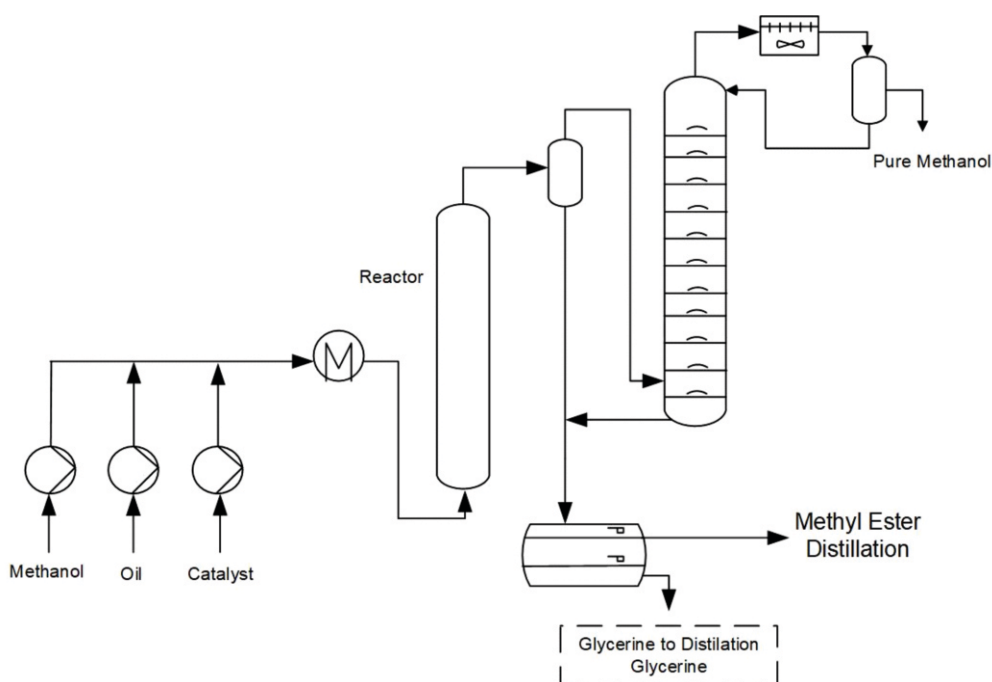
hidrolisis yang memproduksi hasil samping GP (Monteiro et al., 2018).

Pemurnian dan Pengolahan GP

GP mengandung berbagai kontaminan seperti garam anorganik, abu, gliserol residu, air, serta senyawa organik non-gliserol (MONG). Karakteristiknya yang bersifat basa ($\text{pH} > 10$), viskositas tinggi, dan kompleksitas kimia menjadikan GP sebagai limbah yang memerlukan penanganan khusus. Oleh karena itu, metode pemurnian dan pengolahan yang tepat sangat diperlukan guna mengurangi potensi bahaya lingkungan dan

membuka peluang pemanfaatan yang lebih bernilai secara ekonomi. Metode pemurnian GP umumnya mencakup teknik ekstraksi padat-cair (*solid-liquid extraction/SLE*) dan distilasi. SLE lebih disukai karena kemampuannya dalam memisahkan komponen cair dari residu padat secara efisien. Penelitian oleh (Arofai et al., 2024). menunjukkan bahwa dari tiga pelarut yang diuji (metanol, etanol,

dan aseton), metanol memberikan hasil terbaik dengan kemurnian garam sebesar 84,97% pada rasio GP:pelarut 1:5. Hal ini disebabkan oleh polaritas metanol yang tinggi sehingga mampu melarutkan gliserol dan residu organik secara optimal. Sebaliknya, aseton tidak mampu mengekstrak GP karena keterbatasan kelarutan dan terjadinya pemisahan fase.



Gambar 4. Flow Proses Transesterifikasi FAME (Icheme, 2017)

Penggunaan SLE juga mendukung prinsip *zero-waste*. Residu pasca-ekstraksi yang mengandung materi organik pekat memiliki nilai kalor sekitar 3000–3200 cal/g, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler industri. Metode OFAT (One Factor At a Time) yang digunakan dalam studi ini mengindikasikan bahwa rasio pelarut menjadi variabel paling berpengaruh dibandingkan durasi ekstraksi. Rasio GP:Pelarut sebesar 1:5 memberikan kombinasi terbaik antara kemurnian dan *recovery* garam, sementara variasi waktu ekstraksi (10–30 menit) tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap hasil akhir. Temuan ini sejalan dengan literatur lain yang menyatakan bahwa efisiensi pemurnian dipengaruhi oleh rasio pelarut (Pandey & Kaur, 2018).

Distilasi digunakan untuk memisahkan gliserol murni berdasarkan titik didih, namun memerlukan konsumsi energi yang tinggi dan biaya pengolahan yang besar, hingga lebih dari USD 400 per ton. Oleh karena itu, metode ini kurang sesuai untuk *feedstock* bernilai rendah seperti GP.

Penghilangan kontaminan, khususnya garam anorganik seperti natrium klorida (15–30% dari GP), menjadi langkah krusial dalam pengolahan GP. Metode SLE dengan metanol secara efektif mampu memisahkan dan memurnikan garam tersebut, yang kemudian berpotensi digunakan kembali sebagai katalis dalam proses transesterifikasi biodiesel (Choirun Az Zahra et al., 2021). Analisis FTIR menunjukkan penurunan signifikan sinyal organik

pada garam hasil ekstraksi, menandakan tingkat kemurnian yang tinggi.

Metode lain seperti *ion-exchange* dan presipitasi juga efektif dalam menghilangkan ion logam, meski memerlukan investasi modal yang tinggi (Nasarudin et al., 2020). Sebagai alternatif berbiaya rendah, pengolahan biologis menggunakan mikroorganisme dinilai menjanjikan dalam mendegradasi kontaminan secara efisien dan ramah lingkungan (Syauqi et al., 2023). Optimasi parameter proses sangat penting dalam meningkatkan efisiensi pemurnian. Faktor-faktor seperti suhu, rasio pelarut, durasi ekstraksi, dan kecepatan pengadukan harus diatur secara cermat. Dalam penelitian Arofai (2024), suhu 80°C dan pengadukan 300 rpm menghasilkan pemisahan fasa yang baik, sementara drying pada 120°C mampu menghilangkan metanol residu dari fasa garam. Analisis termal melalui TGA mengungkapkan bahwa garam hasil ekstraksi menunjukkan stabilitas tinggi hingga 600°C, menandakan rendahnya kandungan kontaminan organik. Materi organik hasil pemisahan garam dapat dikonversi menjadi biosurfaktan, *biofertilizer*, atau bahan bakar. Kandungan karbon yang tinggi dalam fraksi MONG memungkinkan konversi ke biochar atau *syngas* melalui pirolisis, sebagaimana disarankan dalam studi oleh (Choirun Az Zahra et al., 2021).

Potensi Pemanfaatan dan Ekonomi Sirkular

Eksplorasi metode yang efektif untuk memanfaatkan GP menjadi sangat penting, dengan tujuan mengubahnya dari limbah menjadi sumber daya yang bermanfaat. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa GP memiliki potensi untuk digunakan kembali dalam berbagai aplikasi industri, seperti pupuk hayati, bahan bakar alternatif, dan bahan konstruksi (Choirun Az Zahra et al., 2021). Sebagai contoh, penelitian telah mengkaji potensi GP sebagai bahan tambahan dalam aspal untuk konstruksi jalan, mengingat kompatibilitasnya dengan produk berbasis minyak bumi (Septiani & Sihombing, 2024). Selain itu, GP juga memiliki potensi sebagai sumber karbon dalam produksi pupuk hayati, yang dapat mendukung praktik pertanian berkelanjutan sambil memberikan solusi alternatif untuk pemanfaatan produk sampingan dari industri ini (Nasarudin et al., 2020). Produksi GP dari industri oleokimia dan biodiesel menciptakan tantangan

sekaligus peluang. Kebutuhan akan metode penanganan dan pembuangan yang efektif menjadi sangat krusial mengingat risiko lingkungan yang timbul akibat pengelolaan limbah yang tidak tepat (Chilakamarry et al., 2021). Penelitian dan inovasi teknologi yang terus berkembang memberikan peluang baru untuk memanfaatkan kembali GP, yang mencerminkan potensi penerapan ekonomi sirkular. Dalam skenario ini, produk limbah seperti GP dapat diintegrasikan kembali ke dalam proses industri, sehingga menciptakan nilai tambah (Choirun Az Zahra et al., 2021). Sebagai contoh, co-valorisasi gliserol mentah dengan bahan bakar konvensional dan terbarukan telah diidentifikasi sebagai pendekatan yang menjanjikan untuk pembangkit listrik dan hubungan balik antar industri (Manara & Zabaniotou, 2016). Tren ini selaras dengan upaya yang lebih luas dalam pemanfaatan produk samping industri, termasuk GP, untuk menghasilkan plastik yang dapat terurai secara hayati dan produk bernilai tambah lainnya, yang pada akhirnya mendukung keberlanjutan dalam industri terkait (Mohd Yatim et al., 2017).

Pemanfaatan GP di Berbagai Aplikasi

Pengganti bahan bakar pada *boiler* dan *burner*

GP, sebagai limbah hasil samping dari produksi biodiesel, menunjukkan potensi besar sebagai bahan bakar alternatif dalam boiler dan burner industri. Sifatnya yang terbarukan serta kandungan energi yang cukup tinggi menjadikannya dapat mensubstitusi parsial bahan bakar fosil. Nilai kalor GP mencapai sekitar 3300 kcal/kg). Walau lebih rendah dari solar konvensional, pencampurannya dengan solar dalam rasio tertentu (20:80, 30:70, 40:60) meningkatkan efisiensi termal (Merapan, 2015). Penambahan residu gliserol dalam kadar rendah meningkatkan nilai kalor pelet biomassa, dari 17,63 MJ/kg menjadi 17,94 MJ/kg pada penambahan 7,5% (Bala-Litwiniak et al., 2023).

Gliserin juga memiliki sifat atomisasi yang baik, mendukung pembakaran yang stabil bila digunakan pada burner yang sesuai (Mize et al., 2013). Faktor-faktor seperti kadar kelembaban, suhu pembakaran, dan rasio udara sangat mempengaruhi hasil pembakaran ((Achaw & Afriyie, 2015); (Treedet & Suntivarakorn, 2014)). Secara lingkungan, gliserin pitch menunjukkan bahwa pembakaran gliserin

menghasilkan emisi partikulat, CO₂ dan NO_x yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Penambahan 7,5% gliserol waste dapat menurunkan emisi NO_x sebesar 30 ppm dan CO₂ sebesar 0,15% (Bala-Litwiniak et al., 2023). Rendahnya kandungan nitrogen dalam gliserin menjadi faktor utama pengurangan emisi tersebut. Namun demikian, terdapat keterbatasan teknis. Di atas 7,5% kandungan gliserin, proses pembakaran menjadi tidak stabil dalam boiler standar karena gliserin memengaruhi kestabilan nyala dan mengakibatkan fluktuasi (Bala-Litwiniak et al., 2023). Oleh karena itu, penggunaan GP memerlukan *burner* khusus atau penyesuaian desain sistem pembakaran.

Binder pada Construction Materials

Pemanfaatan GP sebagai bahan pengikat dalam material konstruksi telah menarik perhatian luas karena karakteristik kimianya yang khas dan potensinya sebagai alternatif berkelanjutan dalam industri konstruksi. Kandungan gliserol yang tinggi dan keberadaan senyawa organik non-gliserol serta mineral memberikan sifat fisikokimia yang menjanjikan untuk aplikasi sebagai asphalt extender dalam campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) maupun bahan baku ubin atap ((Sihombing et al., 2023); (Septiani & Sihombing, 2024)). Dalam campuran aspal, GP terbukti dapat meningkatkan karakteristik reologi binder. Penelitian oleh (Verani et al., 2022) menunjukkan bahwa penambahan GP hingga 15% pada aspal Pen 60/70 dapat meningkatkan nilai penetrasi dan titik lembek, masing-masing menjadi 72,07 (0,1 mm) dan 50,5°C, dibandingkan nilai aspal murni yaitu 69,8 dan 49,5°C. Viskositas juga mengalami penurunan signifikan, dari 514,25 cSt menjadi 401,12 cSt, menunjukkan GP dapat membantu meningkatkan kekakuan dan ketahanan terhadap deformasi permanen. Uji daktilitas, berat jenis, dan kelarutan dalam TCE pada campuran GP 15% juga memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dan SNI 8129:2015, menjadikan GP sebagai bahan tambah yang sesuai secara teknis. Lebih lanjut, dalam penelitian lanjutan oleh Septiani & Sihombing (2024), GP dinilai mampu menurunkan ketergantungan pada aspal impor, memberikan efisiensi biaya yang substansial dalam proyek infrastruktur. Mereka mengidentifikasi bahwa campuran dengan kadar GP optimal sekitar 27% pada kandungan anorganik di

bawah 10% masih dapat menjaga integritas struktural campuran aspal. Dengan kata lain, GP tidak hanya memenuhi persyaratan teknis, tetapi juga memperkuat kemandirian industri bahan konstruksi nasional. Di luar aplikasi jalan, GP juga telah diuji sebagai bahan dalam pembuatan ubin atap. Studi oleh (Teoh et al., 2021b) melaporkan bahwa campuran GP dalam material ubin dapat meningkatkan isolasi termal, serta berkontribusi terhadap efisiensi energi bangunan. Selain itu, karena GP merupakan produk limbah, penggunaannya membantu mengurangi beban pencemaran (Sihombing et al., 2023). Namun demikian, GP juga memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satu tantangan utama adalah variabilitas komposisi kimia GP tergantung pada proses dan bahan baku oleokimia yang digunakan. Keberadaan pengotor seperti natrium klorida dan asam lemak sisa diketahui dapat memengaruhi konsistensi dan kinerja campuran aspal (Arofai et al., 2024). Dalam kondisi tertentu, pengotor ini dapat menurunkan daya ikat dan daya tahan campuran terhadap cuaca serta beban lalu lintas. Di sisi lain, meskipun GP dapat meningkatkan beberapa parameter mekanik, penggunaan GP juga dikaitkan dengan tantangan pada suhu tinggi. GP memiliki titik leleh dan karakter viskositas yang menuntut suhu pencampuran dan pemadatan yang lebih tinggi dari aspal konvensional. (Verani et al., 2022), mencatat bahwa suhu pencampuran ideal untuk campuran GP 15% adalah sekitar 158°C, sedangkan untuk aspal konvensional adalah 154,5°C. Perbedaan ini menimbulkan permasalahan saat diaplikasikan dalam kondisi lapangan bersuhu rendah atau lembab. Selain itu, studi jangka panjang tentang ketahanan aspal-GP terhadap proses pelapukan, serapan air, dan degradasi UV masih terbatas. Akan tetapi glycerin pitch menawarkan solusi potensial sebagai bahan pengikat dalam material konstruksi, terutama sebagai extender aspal dan bahan ubin atap.

Bahan baku untuk produk biochemical

Salah satu alternatif pemanfaatan dari GP adalah penggunaannya sebagai substrat dalam sintesis mikroba polyhydroxyalkanoates (PHA), terutama kopolimer poly(3-hydroxybutyrate-co-4-hydroxybutyrate) [P(3HB-co-4HB)]. Penelitian oleh (Kakar et al., 2022), menunjukkan bahwa limbah industri oleokimia seperti GP dapat dimanfaatkan

sebagai sumber karbon yang ekonomis dalam proses fermentasi mikroorganisme, untuk menghasilkan bioplastik yang dapat terurai secara hayati. Pendekatan ini tidak hanya menekan biaya produksi, tetapi juga mendukung produksi skala besar yang ramah lingkungan. (Ramachandran & Amirul, 2013) menambahkan bahwa *Cupriavidus malaysiensis* USMAHM13 mampu mengolah GP yang dipadukan dengan 1,4-butanediol untuk meningkatkan produksi P(3HB-co-4HB), dengan hasil biomassa tinggi serta kandungan monomer 4HB yang signifikan. Bioplastik yang dihasilkan menunjukkan karakteristik lentur dan mudah terurai, sangat ideal untuk aplikasi kemasan dan produk sekali pakai. Tidak hanya terbatas pada bioplastik, GP juga berpotensi digunakan sebagai bahan baku dalam produksi biosurfaktan, seperti rhamnolipid. (Aggo et al., 2023) menunjukan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* mampu memanfaatkan GP sebagai substrat karbon untuk menghasilkan rhamnolipid dengan aktivitas permukaan yang tinggi. Biosurfaktan ini memiliki nilai komersial yang besar, dengan aplikasi luas dalam industri kosmetik. Pemanfaatan GP dalam konteks ini memberikan alternatif yang lebih murah dan berkelanjutan dibandingkan dengan bahan baku konvensional seperti minyak nabati atau gula olahan. Selain itu, GP juga dimanfaatkan sebagai bahan dalam formulasi sabun ramah lingkungan. (Solihin, 2017) menunjukkan bahwa dengan melalui proses pemurnian, menggunakan perlakuan asam sulfat encer dan karbon aktif, GP dapat digunakan bersama gliserin dalam pembuatan sabun cair. Formulasi dengan komposisi 25% GP dan 75% gliserin menunjukkan performa optimal dengan pH 8,3 serta ketahanan busa hingga 5,9 jam. Hasil ini mengindikasikan bahwa GP dapat menjadi bahan tambahan produk sabun dengan dilakukan pre-treatment terlebih dahulu.

Penggunaan pada Biofertilizer

Efektivitas penggunaan glycerin pitch dalam biofertilizer telah dilakukan oleh (Nasarudin et al., 2020), menunjukkan bahwa formulasi biofertilizer dengan perbandingan volume 2:1 antara inokulan *Lactobacillus* dan glycerin pitch mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman mentimun hampir dua kali lipat dibandingkan dengan pupuk komersial selama 18 hari pemantauan. Peningkatan ini disebabkan oleh peran glycerin pitch sebagai sumber karbon yang mudah

diakses oleh mikroba, serta aktivitas metabolik *Lactobacillus* dalam mengubah nutrisi menjadi bentuk yang lebih mudah diserap tanaman. Biofertilizer yang dihasilkan menunjukkan stabilitas dengan nilai pH akhir 5,11, viskositas 3,78 MPas, dan rasio C/N sebesar 38,85 setelah fermentasi selama 14 hari. Selain itu, senyawa berbasis gliserol yang memiliki kesamaan kimia dengan glycerin juga telah terbukti secara langsung merangsang pertumbuhan tanaman. (Tisserat & Stuff, 2011), melakukan pengaplikasian gliserol melalui semprotan daun dan siraman tanah meningkatkan bobot segar dan kering serta panjang tunas pada tanaman mint. Mertz et al. (2021) juga menegaskan efektivitas amandemen nitrogen berbasis glycerin dalam meningkatkan serapan nutrisi dan kualitas tanaman turfgrass. Keuntungan adanya glycerin pitch dalam formulasi biofertilizer terletak pada kemampuannya mendukung pertumbuhan komunitas mikroba yang penting dalam siklus hara tanah. Nasarudin et al. (2020) menunjukkan bahwa GP secara signifikan mendukung pertumbuhan *Lactobacillus* yang memproduksi asam organik seperti laktat, yang membantu melarutkan nutrisi yang sulit tersedia. Namun, karena kandungan NPK yang rendah dan pH yang tinggi, penggunaan langsung glycerin pitch ke tanah tanpa fermentasi tidak disarankan. Kombinasi dengan mikroba fermentatif sangat penting untuk menurunkan pH dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman.

Tantangan dan Prospek GP di Masa Depan

Produk samping GP menghadirkan tantangan signifikan, namun juga menawarkan peluang besar untuk pengembangan masa depan. Tantangan utama mencakup hambatan ekonomi dan teknologi, kepatuhan terhadap regulasi lingkungan, serta kebutuhan untuk mengembangkan teknologi yang dapat mengubah limbah ini menjadi produk bernilai. Dari sisi ekonomi, GP, yang merupakan produk sampingan dari pemurnian gliserol di industri oleokimia dan biodiesel, memerlukan biaya pengolahan yang tinggi. Di Malaysia, biaya pembuangan GP dapat mencapai RM 3.600 per ton (Zulkefli et al., 2024). Proses konversi GP menjadi produk bernilai seperti bioplastik atau biofuel juga tergolong mahal, terutama pada produksi polyhydroxyalkanoates (PHA), yang membutuhkan teknologi canggih dan biaya tinggi (Septiani &

Sihombing, 2024). Oleh karena itu, diperlukan inovasi untuk mengurangi biaya pengolahan, sehingga teknologi ini dapat diterima secara komersial.

Selain itu, pengelolaan GP harus mematuhi regulasi lingkungan yang ketat, mengingat statusnya sebagai limbah berbahaya di Indonesia dan Malaysia (Hudha, 2017). Pembuangan yang tidak tepat dapat merusak ekosistem dan kesehatan manusia, sehingga pengelolaan limbah ramah lingkungan sangat penting (Sharma et al., 2022). Namun, dengan kemajuan teknologi berkelanjutan, GP dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti produksi biofertilizer yang telah menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Nasarudin et al., 2020), serta sebagai substrat untuk produksi bioplastik PHA yang lebih ramah lingkungan (Kakar et al., 2021). Dari sisi teknis, pemanfaatan GP pada sektor konstruksi & material dinilai lebih realistis dibandingkan konversi kimia lanjutan seperti bioplastik atau biofuel, karena tidak memerlukan pemurnian gliserol tingkat tinggi dan dapat langsung diintegrasikan ke dalam proses pencampuran aspal atau material konstruksi berbasis binder. Di Indonesia, potensi pemanfaatan GP sebagai material aspal dan konstruksi berada pada tahap awal pengembangan (early-stage development) (Sam et al., 2020; Sihombing et al., 2023; Verani et al., 2022), yang sebagian besar masih terbatas pada penelitian laboratorium dan uji skala pilot oleh perguruan tinggi dan lembaga riset. Hingga saat ini, belum terdapat implementasi komersial berskala penuh, namun arah pengembangannya dinilai menjanjikan mengingat tingginya kebutuhan nasional terhadap material infrastruktur serta ketersediaan GP yang terus meningkat seiring ekspansi industri biodiesel dan oleokimia. Dari perspektif komersialisasi, teknologi pemanfaatan GP sebagai aditif aspal & substitusi material merupakan opsi yang paling memungkinkan diadopsi dalam jangka menengah, karena memerlukan investasi teknologi yang relatif lebih rendah, memiliki potensi pasar domestik yang besar.

KESIMPULAN

Gliserin pitch (GP), produk sampingan dari produksi oleokimia dan biodiesel, menghadirkan tantangan besar sekaligus peluang substansial untuk pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan

pemanfaatan sumber daya. Permintaan global yang meningkat terhadap gliserin dan produksinya sebagai produk sekunder dalam pembuatan biodiesel telah meningkatkan kebutuhan akan strategi pembuangan dan pengolahan yang efektif. Sebagai limbah B3 di negara seperti Indonesia dan Malaysia, GP memerlukan pengelolaan yang hati-hati untuk mencegah kerusakan lingkungan. Namun, metode inovatif untuk pengolahan dan pemanfaatan kembali GP, seperti penggunaannya dalam biofuel, material konstruksi, dan bioplastik, menawarkan jalur yang menjanjikan untuk peningkatan nilai limbah. Meskipun ada hambatan teknologi dan ekonomi untuk pemanfaatan penuh GP, termasuk biaya pengolahan yang tinggi dan masalah kepatuhan terhadap regulasi, perkembangan teknologi ramah lingkungan dan praktik ekonomi sirkular dapat menjadikan GP sebagai sumber daya yang berharga di masa depan mewujudkan potensi GP sebagai alternatif yang dapat terbarukan dan ramah lingkungan di berbagai industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Achaw, O. W., & Afriyie, J. K. (2015). Effects of Changes in the Operating Conditions on the Stack Gas Temperature and Stability of Biomass-Fueled Boilers. *Chemical Engineering Communications*, 202(7), 971–981. <https://doi.org/10.1080/00986445.2014.886199>
- Aggo, G. M., Noh, N. A. M., & Yahya, A. R. M. (2023). Use of agricultural wastes in rhamnolipid production by *Pseudomonas aeruginosa* USM-AR2. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1139(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1139/1/012007>
- Arbianti, R., Utami, T. S., Hermansyah, H., Setiawati, I., & Rini, E. L. (2018). Transesterifikasi parsial minyak kelapa sawit dengan etanol pada pembuatan diglisierida sebagai agen pengemulsi. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 8(1), 33. <https://doi.org/10.5614/jtki.2009.8.1.6>
- Armylisas, A. H. N., Hoong, S. S., & Tuan Ismail, T. N. M. (2023). Characterization of crude glycerol and glycerol pitch from palm-based residual biomass. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s13399-0123456789>

- 023-04003-4
- Arofai, T., Gunawan, S., & Purwanto, M. (2024). Separation and Purification Residual Salt from Glycerine Pitch from Waste of Refined Glycerine Production. *BIO Web of Conferences*, 98. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249806008>
- Baena, A., Orjuela, A., Rakshit, S. K., & Clark, J. H. (2022). Enzymatic hydrolysis of waste fats, oils and greases (FOGs): Status, prospective, and process intensification alternatives. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 175(April), 108930. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2022.108930>
- Bala-Litwiniak, A., Musiał, D., & Nabiałczyk, M. (2023). Computational and Experimental Studies on Combustion and Co-Combustion of Wood Pellets with Waste Glycerol. *Materials*, 16(22). <https://doi.org/10.3390/ma16227156>
- Choirun Az Zahra, A., Arina Rusyda, I., Hizbiyati, A., Giovani, F., Zahara, N., Jiwandaru, B., Gunawan, D., Andre Halim, G., Pratiwi, M., Nur Istyami, A., Verani Rouly Sihombing, A., Harimawan, A., Sasongko, D., & Rizkiana, J. (2021). Novel Approach of Biodiesel Production Waste Utilization to Support Circular Economy in Biodiesel Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1143(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1143/1/012030>
- Dunford, N. (2016). Biodiesel Production Techniques, Robert M. Kerr Food & agricultural products center. Food technology fact sheet. *Fapc-150*, 1–4. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/biodiesel-production-techniques.html>
- Hasibuan, H. A., & Anshari, M. (2024). *ASAM LEMAK BERBASIS MINYAK SAWIT DAN MINYAK INTI SAWIT: PROSES PRODUKSI DAN STABILITAS WARNA*. 29(3), 189–196.
- Hock, P. E., & Zaini, M. A. A. (2022). Zinc chloride-activated glycerine pitch distillate for methylene blue removal—isootherm, kinetics and thermodynamics. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12(7), 2715–2726. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00828-5>
- Hudha, I. (2018). Pemurnian Gliserin Produk Samping Produksi Biodiesel Dengan Metode Asidifikasi. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.26740/icaej.v1n2.p68-73>
- Kakar, R., Amelia, T. S. M., Teng, C. C., Bhubalan, K., & Amirul, A. A. A. (2022). Biotransformation of oleochemical industry by-products to polyhydroxyalkanoate bioplastic using microbial fermentation: A review. *Environmental Quality Management*, 31(3), 31–46. <https://doi.org/10.1002/tqem.21748>
- Latisya, S. (2022). Teknologi Proses Untuk Produksi Biodiesel Berbasis Minyak Kelapa Sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(2), 78–91. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i2.75>
- Loh, S. K. (2017). The potential of the Malaysian oil palm biomass as a renewable energy source. *Energy Conversion and Management*, 141, 285–298. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.08.081>
- Lv, E., Ding, S., Lu, J., Du, L., Li, Z., Li, J., Zhang, S., & Ding, J. (2018). An integrated process of catalytic hydrolysis and membrane separation for fatty acids production from lard oil. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 96(9), 2014–2024. <https://doi.org/10.1002/cjce.23156>
- Manara, P., & Zabaniotou, A. (2016). Co-valorization of Crude Glycerol Waste Streams with Conventional and/or Renewable Fuels for Power Generation and Industrial Symbiosis Perspectives. *Waste and Biomass Valorization*, 7(1), 135–150. <https://doi.org/10.1007/s12649-015-9439-3>
- Megawati, E., Ardiansyah, A., Mukminin, A., Ariyani, D., Yuniarti, Y., & Lutfi, M. (2022). Analisis Sifat Fisika dan Nilai Keekonomian Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Metode Transesterifikasi. *Al-Kimiya*, 9(1), 48–54. <https://doi.org/10.15575/ak.v9i1.17962>
- Merapan, K. (2015). *Glycerine Pitch from Glycerine Concentration Process as Alternative Fuel for Boiler Operations*. 151(June), 10–17.
- Mize, H. E., Lucio, A. J., Phaner, C. J., Pratama, F. S.,

- Robbins, L. A., & Karpovich, D. S. (2013). Emulsions of crude glycerin from biodiesel processing with fuel oil for industrial heating. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(6), 1319–1327. <https://doi.org/10.1021/jf304883t>
- Monteiro, M. R., Kugelmeier, C. L., Pinheiro, R. S., Batalha, M. O., & da Silva César, A. (2018). Glycerol from biodiesel production: Technological paths for sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 88(November 2016), 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.019>
- Nasarudin, A. A., Ngadi, N., Yusoff, N. A., Ali, N., Aziz, M. A. A., & Rahman, R. A. (2020). Production of biofertilizer using Lactobacillus inoculants and glycerin pitch from oleochemical industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 736(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/736/2/022105>
- Pandey, D. K., & Kaur, P. (2018). Optimization of extraction parameters of pentacyclic triterpenoids from Swertia chirata stem using response surface methodology. *3 Biotech*, 8(3). <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1174-6>
- Purba, H. J., Sinaga, B. M., Novianti, T., & Kustiari, R. (2018). Dampak Kebijakan Perdagangan terhadap Pengembangan Industri Biodiesel Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*, 36(1), 1. <https://doi.org/10.21082/jae.v36n1.2018.1-24>
- Ramachandran, H., & Amirul, A. A. (2013). Evaluation of unrefined glycerine pitch as an efficient renewable carbon resource for the biosynthesis of novel yellow-pigmented P(3HB-co-4HB) copolymer towards green technology. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 18(6), 1250–1257. <https://doi.org/10.1007/s12257-013-0452-8>
- Sam, S. S., Habib, N. Z., Aun, N. C., Yong, C. S., Bashir, M. J. K., & Ping, T. W. (2020). Blended waste oil as alternative binder for the production of environmental friendly roofing tiles. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120937. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120937>
- Septiani, R., & Sihombing, A. R. (2024). Glycerin Pitch as a partial replacement of pen 60/70 in AC-WC mixture. *E3S Web of Conferences*, 479. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447907023>
- Sihombing, A. V. R., Utami, R., Somantri, A. K., Febriansya, A., Sihombing, R. P., & Mulyadi, A. M. (2023). Stone Matrix Asphalt Performance with Glycerin Pitch as Asphalt Binder Extender. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 67(2), 582–595. <https://doi.org/10.3311/PPci.21817>
- Tengku Muhammad Solihin. (2017). *PRODUCTION OF ECO-FRIENDLY SOAP FROM GLYCERINE PITCH AND BLEND OIL*. 11(1), 92–105.
- Teoh, W. P., Chee, S. Y., Habib, N. Z., Bashir, M. J. K., Chok, V. S., & Ng, C. A. (2021a). Chemical investigation and process optimization of glycerine pitch in the green production of roofing tiles. *Journal of Building Engineering*, 43(January), 102869. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102869>
- Teoh, W. P., Chee, S. Y., Habib, N. Z., Bashir, M. J. K., Chok, V. S., & Ng, C. A. (2021b). Chemical investigation and process optimization of glycerine pitch in the green production of roofing tiles. *Journal of Building Engineering*, 43(January). <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102869>
- Thirunavukarasu, N., & Panda, R. C. (2015). Modeling, identification, and control for the production of glycerol by the hydrolysis of tallow. *Reviews in Chemical Engineering*, 31(4), 345–359. <https://doi.org/10.1515/revce-2014-0047>
- Tisserat, B., & Stuff, A. (2011). Stimulation of short-term plant growth by glycerol applied as foliar sprays and drenches under greenhouse conditions. *HortScience*, 46(12), 1650–1654. <https://doi.org/10.21273/hortsci.46.12.1650>
- Tong Jian, B. Y. (2019). *Utilization of Glycerine Pitch As a Binder in the Production of Green Roofing Tile*. 89. http://eprints.utar.edu.my/3926/1/fyp_EV_2019_BYJT.pdf
- Treedet, W., & Suntivarakorn, R. (2014). Use of fuzzy logic to control air intake for increase in boiler efficiency. *Applied Mechanics and Materials*, 564, 275–280. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AM>



M.564.275

- Tsai, C. H., Shen, Y. H., & Tsai, W. T. (2021). Sustainable material management of industrial hazardous waste in taiwan: Case studies in circular economy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/su13169410>
- Verani, A., Sihombing, R., Utami, R., Kasih, P. T., & Ainy, L. (2022). *Pengaruh Penambahan Glycerin Pitch Terhadap Propertis Aspal*. 13–14.
- Wahyudin, W., Tambunan, A. H., Purwanti, N., Joelianingsih, J., & Nabetani, H. (2018).

Tinjauan Perkembangan Proses Katalitik Heterogen dan Non-Katalitik untuk Produksi Biodiesel. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6 (2) , 1 2 3 – 1 3 0 . <https://doi.org/10.19028/jtep.06.2.123-130>

- Zulkefli, M.S., Rahim, N. Y., Chua, Y. S., Disa, N.M., Yahaya, N., Rahmawati, Z., Loh, S.K., & Abdullah, W.N.W. (2024). Fabrication of Activated Carbon Derived from Glycerine Pitch for Desulfurization of Model Fuel Oil and Electrode Application. *Journal Langmuir* 4 0 (1 2) , 1 1 1 3 4 - 1 1 1 4 5 . <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.4c00728>