



## Efek Penambahan Katalis Dalam Pernerunan Viskositas Pada Proses Penyaluran Produk Biosolar

Riza Merlina, Muhammad Ayyasi Resionda, Fauzan Galank Sangadji dan Oksil Venriza

Program Studi Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas  
Jl. Gajah Mada No.38, Cepu, Blora, Jawa Tengah, 58315, Indonesia

### ABSTRAK

#### Artikel Info:

Naskah Diterima:  
13 Mei 2024

Diterima setelah  
perbaikan:  
10 Juni 2024

Disetujui terbit:  
04 Juli 2024

#### Kata Kunci:

biosolar  
viskositas  
spesifikasi  
distribusi

Direktur jendral migas merupakan badan yang mengatur standar dan mutu atau spesifikasi bahan bakar minyak. Bahan bakar yang akan didistribusikan harus memenuhi standart spesifikasi untuk menjaga kualitas dan optimalitas bahan bakar. Salah satu spesifikasi yang harus di penuhi pada produk migas biosolar yaitu nilai viskositasnya. Viskositas merupakan tingkat kekentalan suatu fluida. Pada suhu rendah viskositas produk migas akan lebih tinggi, yang dapat menyebabkan minyak sulit untuk mengalir. Kondisi ini berdampak pada proses distribusi melalui moda transportasi pipa. Penambahan katalis kalium hidroksida (KOH) merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk memurnikan dan menurunkan viskositas biosolar. Proses pemurnian dan penurunan viskositas dilakukan dengan proses pretreatment, blanding, dan pengujian viskositas. Pengaruh konsentrasi KOH yang digunakan didapatkan viskositas biosolar yang turun. Proses blanding dilakukan dengan penambahan KOH dengan perbandingan 1:800 dengan penambahan pelarut 21%. Selanjutnya proses blanding dilakukan dengan menggunakan suhu 80°C dengan waktu 1 jam. Proses pemurnian menghasilkan kurang lebih 90% produk dari contoh yang dibuat. Pengujian viskositas menggunakan produk biosolar murni didapat viskositas 4,1622 mm<sup>2</sup>/s dan untuk contoh yang dibuat viskositas yang di dapat 3,2698 mm<sup>2</sup>/s hasil pemurnian biosolar dengan penambahan KOH dan pelarut metanol memiliki potensi baik dalam menurunkan viskositas produk biosolar yang nantinya dapat dilakukan optimalisasi dalam pendistribusian.

### ABSTRACT

*The director general of oil and gas is the body that regulates standards and quality or specifications for fuel oil. The fuel to be distributed must meet standard specifications to maintain the quality and optimality of the fuel. One of the specifications that must be met for biodiesel oil and gas products is the viscosity value. Viscosity is the level of viscosity of a fluid. At low temperatures, the viscosity of oil and gas products will be higher, which can make it difficult for the oil to flow. This condition has an impact on the distribution process via pipe transportation. The addition of a potassium hydroxide (KOH) catalyst is one of the techniques used to distribute and reduce the viscosity of biodiesel. The process of reducing and reducing viscosity is carried out using pretreatment, blanding and viscosity measurement processes. The effect of the KOH concentration used on biodiesel viscosity decreases. The blanding process was carried out by adding KOH in a ratio of 1:800 with the addition of 21% solvent. Next, the blanding process was carried out using a temperature of 80°C for 1 hour. The purification process produces approximately 90% of the product from the samples made. Viscosity testing using pure biodiesel products*

Korespondensi:

E-mail: [oksil.venriza@esdm.go.id](mailto:oksil.venriza@esdm.go.id) (Oksil Venriza)

*obtained a viscosity of 4.1622 mm<sup>2</sup>/s and for the samples made the viscosity was 3.2698 mm<sup>2</sup>/s as a result of purifying biodiesel with the addition of KOH and methanol solvent which has good potential in reducing the viscosity of biodiesel products which can later be optimized. in distribution.*

## PENDAHULUAN

Industri gas dan minyak sangat penting bagi masyarakat modern untuk memenuhi kebutuhan seperti pemanas, energi listrik, dan transportasi. Pada saat yang sama, eksploitasi dan pencarian sumber minyak dan gas adalah salah satu faktor utama yang menyebabkan kerusakan lingkungan, yang telah menyebabkan berbagai masalah yang terus berlanjut. Industri minyak dan gas sangat penting untuk aktivitas ekonomi dan sosial. Namun, operasi dan manajemen rantai pasokan kurang memperhatikan masalah yang dihadapi industri ini dalam manajemen rantai pasokan (AH. Shalihah et al. 2017).

Penggunaan energi berbasis minyak bumi seperti Bahan Bakar Minyak di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal tersebut salah satunya disebabkan oleh meningkatnya pertumbuhan penduduk negara Indonesia. Selain hal tersebut, ketergantungan masyarakat Indonesia akan Bahan Bakar Minyak juga masih sangat tinggi. Hal tersebut menjadi tantangan tersendiri suatu perusahaan minyak dan gas dalam menjaga keberlanjutan ketersediaan bahan bakar, khususnya di Indonesia. Salah satu penyelesaian hal tersebut dengan cara memitigasi risiko – risiko yang terjadi baik di internal maupun eksternal pada perusahaan tersebut (Dhanu S. et al. 2022).

Sebagai salah satu komoditas paling penting dalam sektor energi, minyak dan gas alam menjadi sumber daya utama bagi berbagai moda transportasi di Indonesia. Kendaraan bermotor, pesawat terbang, kapal laut, dan moda transportasi lainnya secara luas bergantung pada bahan bakar untuk operasional sehari-hari, dimana saat ini sangat berkembang energi terbarukan seperti biodiesel atau dikenal dengan B30. Tetapi proses penyaluran B30 ini masih memiliki kekurangan karena adanya sifat fisiknya sehingga proses ini biasanya dilakukan dalam tangki (Venriza, O. et al. 2023). Oleh karena itu, ketersediaan, distribusi, dan harga minyak dan gas khususnya B30 memainkan peran sentral dalam menentukan efisiensi dan biaya transportasi di seluruh negeri.

Biodiesel (B30) ini telah dikembangkan di banyak Negara maju, termasuk di Negara berkembang seperti Indonesia, terutama di Provinsi Banten dimana pada daerah ini ada pemanfaatan B30 oleh Nelayan (Rudi Hartono et al. 2022). Sebagian besar, biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang berasal dari sumber daya terbarukan, atau lebih tepatnya, bahan bakar yang terdiri dari ester alkil asam-asam lemak. Biodiesel memiliki banyak keuntungan jika digunakan sebagai pengganti bahan bakar surya (Eka, M. et al. 2024). Salah satunya adalah angka setana yang tinggi, lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung gas SO<sub>x</sub>, daya lumas yang baik, emisi gas buang yang rendah, dan pembakaran yang lebih bersih. Biodiesel dapat dibuat dari minyak tumbuhan atau dari lemak binatang, minyak goreng bekas, dan minyak nabati. (Hartono et al. 2023).

Selain itu dapat juga dilakukan penambahan polymer pada teknologi proses minyak dan bumi. Biosolar merupakan jenis bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan dapat di perbarui karena dari bahan minyak nabati yang kemudian dicampur dengan bahan minyak solar. Selain itu Bahan bakar biosolar B30 juga merupakan program dari pemerintah yang mewajibkan pencampuran 30% Biodiesel dengan 70% bahan bakar minyak jenis Solar yang dapat menghasilkan produk Biosolar B30, Peraturan ini mulai berlaku pada bulan Januari 2020 sesuai dengan peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 dan mengacu pada peraturan Menteri ESDM Nomor 32 Tahun 2008 tentang penyediaan, pemanfaatan, dan tata niaga bahan bakar nabati (Biofuel) sebagai bahan bakar lain, dan untuk spesifikasi pada biosolar yang dimiliki oleh Pertamina, yaitu densitas standar Pertamina 815-860 kg/m<sup>3</sup>, dan standar pada viskositas adalah standar Pertamina 2,0–4,5 mm<sup>2</sup>/sec (Valencia et al. 2022).

Biosolar dapat diproduksi melalui proses transesterifikasi atau esterifikasi minyak nabati dengan alkohol menggunakan katalis asam atau basa. Sodium Hidroksida (NaOH) atau Potassium Hidroksida (KOH) serta penambahan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) merupakan zat kimia yang umum

digunakan sebagai katalis. Esterifikasi dilakukan untuk menghasilkan biosolar dari minyak dengan kadar asam lemak bebas tinggi (berangka asam > 5 mg KOH/g). Secara kimia, biosolar dapat dihasilkan dari pencampuran monoalkyl ester, yang merupakan rantai panjang asam lemak, menjadi ester yang diinginkan sambil membuang asam lemak bebas yang tidak digunakan. Biosolar juga memiliki torsi dan daya yang cukup tinggi dibandingkan dengan solar (Prastika Anggraini et al. 2024).

Biosolar memiliki sifat pembakaran yang hampir sama dengan bahan bakar solar. Tidak mengandung nitrogen atau senyawa aromatik, dan hanya mengandung sekitar 15 ppm sulfur. Kandungan oksigen sekitar 11% dalam persen berat menyebabkan energi yang lebih rendah dibandingkan dengan solar (*Lower Heating Value*, LHV lebih rendah), namun mengurangi kadar emisi gas buang seperti CO, HC, PM, dan jelaga. Memiliki bilangan cetana sebesar 48 (Cappenberg, A. D. et al. 2017).

Viskositas adalah hambatan aliran fluida yang terjadi karena gesekan antara molekul cairannya. Cairan yang mudah mengalir memiliki viskositas rendah, sedangkan yang sulit mengalir memiliki viskositas tinggi. Secara umum, biodiesel memiliki viskositas lebih rendah daripada minyak asalnya, sehingga menyebabkan atomisasi yang lebih baik dalam ruang bakar mesin (Widodo et al. 2022).

Pada penambahan zat kimia juga memperhatikan efek penguapan dari produk tersebut, dengan penambahan metanol akan menyebabkan sifat penguapan berdasarkan jumlah atau volume yang ditambahkan (Novandy, A. 2021).

Pada penelitian ini telah dilakukan penambahan katalis dalam menurunkan nilai viskositas pada B30 yang juga mempertimbangkan nilai kandungan airnya. Pada proses penyaluran dengan pipa belum dilakukan sampai saat ini, sehingga kegiatan distribusi B30 sangat terbatas, dengan melakukan kajian penambahan katalis ini berharap dapat membantu proses tersebut.

## BAHAN DAN METODE

ASTM D 445 menjelaskan prosedur standar untuk mengukur viskositas kinematik produk minyak bumi dengan menggunakan kapiler kaca. Nilai viskositas

kinematik yang diperoleh dari metode pengujian ASTM D 7042 sebanding dengan ASTM D 445 (ASTM D7042, 2021). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan biosolar B30 dengan bahan kimia sebagai katalisatornya yaitu KOH dan Metanol. KOH dipilih pada penelitian ini karena memiliki sifat higroskopis yang rendah dibandingkan dengan NaOH, serta sifat korosif yang rendah dibandingkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Sehingga selanjutnya penelitian ini akan fokus pada penggunaan katalis KOH (Nofrizal et al. 2019). Dimana prosedur atau metode yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut (American Society for Testing and Materials 2013) :

### Pretreatment

Bahan utama yang digunakan adalah produk biosolar B30 sebanyak 400 ml. Perbandingan yang dilakukan untuk proses *blanding* adalah 1:800 untuk KOH yang digunakan adalah 0,5 gram dengan penambahan pelarut *metanol* sebanyak 21% (Hartono et al. 2023).

### Blanding

*Blanding* dilakukan dengan pencampuran antara produk biosolar B30 dengan KOH dan *metanol* sesuai dengan ketentuan di pretreatment. *Blanding* dilakukan selama 1 jam dengan menggunakan suhu 80°C menggunakan alat *hot plate magnetic stirrer*. Proses pemanasan yang tinggi akan mengubah fraksi sehingga menghasilkan produk (Kanyoma et al. 2023). Selanjutnya hasil pembuatan contoh tersebut menghasilkan produk kurang lebih 90% dengan 10% gliserol. Perlakuan yang dilakukan untuk contoh tersebut adalah dengan memasukkan ke dalam kulkas bahan kimia di laboratorium untuk selanjutnya dilakukan pengujian lebih lanjut.

### Pengujian viskositas

Contoh hasil *blanding* tersebut kemudian dilakukan pengujian viskositas menggunakan alat *viscometer Anton Paar SVM 1003*. Pengujian menggunakan bahan untuk kalibrasi cell yaitu toluen. Metode yang digunakan dalam pengujian menggunakan *viscometer Anton Paar SVM 1003* yaitu pengujian diesel fuel dengan suhu *setting* 40 °C. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pembanding antara produk biosolar murni dengan contoh yang dibuat. Pada alat ini metoda yang dipakai adalah ASTM D 7042.

## HASIL DAN DISKUSI

### Pengaruh Konsentrasi Penambahan KOH Terhadap Pemurnian Biosolar B30

Konsentrasi penambahan katalis KOH yang digunakan adalah 1:800 (KOH : biosolar (B30) dengan pelarut 21%. Berdasarkan hasil analisis *blending* produk biosolar dapat diketahui bahwasanya perbandingan konsentrasi KOH yang digunakan berpengaruh terhadap pemurnian biosolar. Hal ini dilihat pada produk akhir yang di hasilkan pada saat *blending* yaitu 90% produk. Pemurnian biosolar ini menghasilkan produk samping gliserol. Untuk penggunaan 000,5 gram menghasilkan gliserol dari produk biosolar

sebanyak 10% atau sekitar 40 mL. Semakin tinggi *metanol* yang digunakan dalam *blending* mmpunyai nilsi batas maksimum, jika *reaksi* dalam *blending* telah mencapai kesetimbangan jika konsentrasi *metanol* di naikan akan menyebabkan gliserol yang semakin banyak yang akan mempengaruhi viskositas produk. Viskositas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan berdampak pada proses pembakaran pada mesin. (Hartono et al. 2023). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemurnian biosolar menggunakan katalis KOH ini tidak sepenuhnya 100% produk yang dapat dipakai. Semakin banyak konsentrasi katalis yang digunakan maka semakin tinggi Tingkat pemurniannya tetapi semakin banyak produk gliserol yang dihasilkan.

### Karakteristik hasil *blending* contoh

*Blanding* yang dilakukan bertujuan untuk membuat contoh biosolar dengan penambahan katalis KOH dan pelarut metanol untuk dilakukan pengujian. Ketentuan *blending* produk harus benar-benar tercampur antara produk biosolar, KOH, dan metanol. Pada pemilihan pelarut KOH digunakan adalah pelarut organik yang diharapkan tidak meningkatkan jumlah atom OH dalam B30. Hasil contoh yang didapat yaitu produk biosolar dengan tingkat kemurnian lebih tinggi dari biosolar murni. Secara kasat mata contoh memiliki *appearance* yang lebih cair. Pengendapan gliserol hasil *blending* di pisah dengan menggunakan spatula dengan tujuan tidak merusak produk di bawahnya.

### Pengaruh Penambahan Katalis KOH dan *Metanol* Terhadap Viskositas Biosolar B30

Penggunaan katalis KOH pada pemurnian produk biosolar B30 ditujukan untuk meneliti pengaruhnya terhadap viskositas produk. Dengan metode analisis

menggunakan *viscometer Anton Paar SVM 1003* didapat hasil viskositas produk sebagai berikut:

Tabel 1  
Hasil pengujian viskositas

Pengujian	Biosolar murni	Biosolar contoh (KOH+ <i>metanol</i> )
1	4,0158	3,5671
2	3,9686	3,2698
3	4,1622	3,6611

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat diketahui bahwasanya penambahan KOH dan pelarut metanol pada produk biosolar dapat menurunkan viskositas produk. Penurunan viskositas ini masih dalam *range* spesifikasi biosolar B30 Spesifikasi produk FAME berdasarkan SK Dirjen EBTKE No.189K/10/DJE/2019 tanggal 5 November 2019 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati (Biofuel). Pada produk biosolar murni viskositas berada di *range* 3,9686 mm<sup>2</sup>/s – 4,1622 mm<sup>2</sup>/s. Penurunan contoh yang di ujikan yaitu viskositas berada pada *range* 3,2698 mm<sup>2</sup>/s – 3,6611 mm<sup>2</sup>/s. Hasil yang didapat memenuhi standar spesifikasi pruduk biosolar.

Dengan adanya hasil pada tabel 1 ini dapat dilihat secara kuantitatif penurunan nilai viscositas dengan penambahan katalis KOH rata-rata sebesar 13,6 %. Nilai ini cukup baik tetapi perlu dilakukan pengaruhnya pada proses penyaluran B30 melalui pipa.

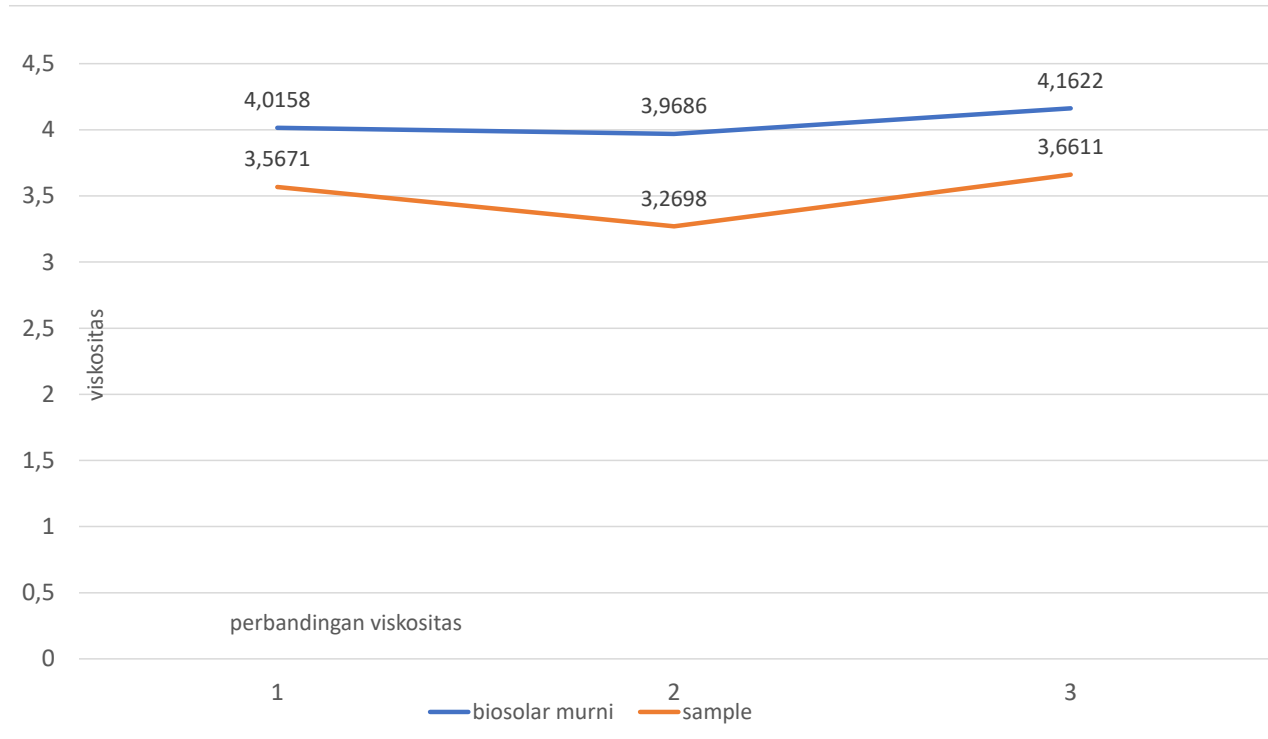
### Perbandingan Viskositas Bisolar Murni Dengan Contoh Yang Di Analisis

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwasannya, pengujian viskositas dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan tiap produk. Nilai viskositas terendah didapat pada biosolar murni yaitu 3,9686 mm<sup>2</sup>/s sedangkan contoh dengan nilai 3,2698 mm<sup>2</sup>/s. Untuk titik tertinggi nilai viskositas yang di dapat pada produk biosolar murni yaitu 4,1622 mm<sup>2</sup>/s sedangkan contoh viskositas tertingginya 3,6611 mm<sup>2</sup>/s.

Penurunan viskositas biosolar murni dengan contoh yang ditambahkan dengan katalis KOH dan pelarut *metanol* cukup tinggi untuk standar spesifikasi produk biosolar yaitu pada nilai 2,0–4,5mm<sup>2</sup>/s. Penurunan viskositas ini dilakukan untuk kepentingan optimasi dalam pendistribusian produk biosolar.



Efek Penambahan Katalis Dalam Penurunan Viskositas Pada Proses Penyaluran Produk Biosolar  
(Oksil Venriza dkk.)



Gambar 1  
Hasil penurunan viskositas

### Analisis Opstimasi Pendistribian Biosolar B30 Melalui Pipa

Viskositas produk yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah akan berpengaruh terhadap laju aliran terutama saat pendistribusian. Viskositas yang tinggi akan membuat produk meliki laju aliran yang lambat sedangkan viskositas yang rendah akan mempercepat laju aliran pada pipa. Perbedaan aliran pada pipa menyebabkan tekanan pada pipa yang berpotensi terjadi kebocoran pada pipa. Dalam pendistribusian melalui pipa panjang pipa dan laju aliran produk yang tinggi menyebabkan *losses* yang cukup tinggi.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan adanya pengaruh penambahan atau penggunaan katalis KOH sebagai upaya penurunan nilai viscositas B30 dimana akan diharpkan akan membantu proses penyaluran tanpa mengurangi kualitas B30 tersebut. Konsentrasi yang digunakan hanya pada konsentrasi 1:800 (KOH:biosolar) dan pelarut metanol 21% mendapatkan hasil contoh dengan kemurnian lebih tinggi dan viskositas lebih rendah dari produk biosolar murni. Viskositas produk biosolar murni yang diuji mendapatkan hasil di titik 3,9686

mm<sup>2</sup>/s – 4,1622 mm<sup>2</sup>/s. Sedangkan contoh dengan penambahan katalis KOH mendapatkan hasil 3,2698 mm<sup>2</sup>/s – 3,6611 mm<sup>2</sup>/s. Penurunan yang cukup tinggi ini berpengaruh pada optimasi pendistribusian produk migas biolar B30 melalui pipa (Surury, F. et al. 2021). Hasil ini perlu dlakukan penelitian lebih lanjut dengan cara membandingkan beberapa variasi konsentrasi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Pengendalian Mutu Produk Migas pada program studi Logistik Minyak dan Gas PEM Akamigas atas izin dan bimbingan dalam melakukan penelitian pada semester empat ini, dan segenap rekan satu tim sehingga penulisan jurnal ini bisa diselesaikan

### DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN

Istilah	Definisi	Satuan
LHV	Lower Heating Value	Mjoule/Kg
CO	Karbon Monoksida	

## DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN

Istilah	Definisi	Satuan
HC	Hidrokarbon	
PM	particulate matter	
ASTM	American Society for Testing and Materials	
FAME	Fatty Acid Methyl Ester	
EBTKE	Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi	
SVM	Support Vector Machine	mm <sup>2</sup> /s

## KEPUSTAKAAN

- American Society for Testing and Materials, 2013, *Standard Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids by Stabinger Viscometer (and the Calculation of Kinematic Viscosity)*. ASTM International.
- Cappenberg, A.D., 2017, Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biosolar Dan Pertamina Dex Terhadap Prestasi Motor Diesel Silinder Tunggal. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 4(2), 70–74. <https://doi.org/10.21009/jkem.4.2.3>.
- Dhanu S, Idqan F. & Bagus, S., 2022, *Strategy Formulation of Natural Gas Continuity Supply (Case Study PT ABC)*. *Scientific Contributions Oil and Gas*. Vol 45. No.1 pp. 61-81.
- Eka Megawati, Apriyana Prastika Anggraini, Resmihadi & Debora Ariyani, 2024, Analisis Kandungan *Faty Acid Metil Ester* (Fame) pada Biosolar B30 Dengan Metode *Fourier Transform Infrared* (Ftir) Studi Kasus Laboratorium PT. X. *Jurnal Teknosains Kodepena*, 4(2), 7–11. <https://doi.org/10.54423/jtk.v4i2.56>.
- Hartono, R., Denny, Y.R., Assaat, L.D. & Ramdani, S.D., 2022, Penyuluhan Pemanfaatan Minyak Jelantah Menggunakan Reaktor Biodiesel Bersirkulasi Pada Nelayan Karangantu Serang Banten. *Komunitas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2).
- Hartono, R., Rama Denny, Y., Ramdhani, D.S., Assaat, L. D., Wildha Priakbar, A. & Ribawa, W.H., 2023, pembuatan biodiesel dengan reaktor bersirkulasi sederhana menggunakan katalis KOH. <https://doi.org/10.24853/jurtek.15.1.123-132>.
- Kanyoma, I.R., Venriza, O. & Kushariyadi, K., 2023, Optimalisasi Penambahan Odorant pada Gas Menggunakan Metode Time Series di PT. XYZ. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 57(2), 43–53. <https://doi.org/10.29017/lpmgb.57.2.1584>.
- Nofrizal, N., Susan, A.I. & Konstantinos, G., 2019, *The Preferential Weld Corrosion Of X65 Carbon Steel Pipeline Under Co2 Environment*, *Scientific Contributions Oil and Gas*, Vol 42, No 1, pp. 15-128. <https://doi.org/10.29017/SCOG.42.1.387>.
- Novandy, A., 2021, Evaluasi Penerapan Metode Uji ASTM D-86 untuk Penentuan Sifat *Volatility* Solar B30. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 3(1), 37–42. <https://doi.org/10.37525/mz/2021-1/277>
- Prastika Anggraini, A., Megawati, E. & Ariyani, D., 2024, Studi Pengolahan Minyak dan Gas, P., Tinggi Teknologi Migas, S., & Timur, K. . analisis kandungan faty acid metil ester (fame) pada biosolar b30 dengan metode fourier transform infrared (ftir) studi kasus laboratorium pt. x. *Jurnal Teknosains Kodepena*, 04, 7–11. <https://doi.org/10.54423/jtk.v4i2.56>.
- Shalihah, A.H., 2017, Model sistem dinamik untuk meningkatkan rasio pemenuhan dan efisiensi pada manajemen rantai pasok biodiesel Nasional (*Doctoral dissertation*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Surury, F., Syauqi, A. & Purwanto, W.W., 2021, *Multi-objective optimization of petroleum product logistics in Eastern Indonesia region*. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 37(3), 220–230. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.05.003>
- Sumbogo Murti Sumbogo, S. & Teknologi Sumberdaya Energi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, P. (n.d.). Studi Karakterisasi Pencampuran Biodiesel Dengan Minyak Solar, *A Study of Characterization of*

*Biodiesel Blending with Petroleum Diesel.*

- Valencia, N., Gea, N. & Sanjaya, G.M., 2022, Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK) 2022 Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Venriza, O., Lestari, I. G. & Riesdiawan, Y., 2023, Efek Penambahan Antioksidan dan Demulsifier Secara Polimerisasi Pada Proses Penimbunan Diesel Fuel. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 12(2), 78-83.
- Widodo Setyo., Saksono Nelson. & Subiyanto, 2022, Evaluasi Metode Estimasi Viskositas Kinematik Campuran Biner *Base Oil* dan Aditif *Viscosity Modifiers* (VMs): Lembaran Publikasi Lemigas. <https://doi.org/10.29017/LPMGB.45.1.682>.