

Sintesis Gliserol Stearat Dari Gliserol Produk Industri Minyak Kelapa Sawit Untuk Proses Inhibitor Korosi

Ariyanto Hadi Wijaya, Martha Aznury*, Erwana Dewi

Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

*Koresponden email: martha_aznury@polsri.ac.id

Diterima: 10 Desember 2025

Disetujui: 15 Desember 2025

Abstract

This study aims to synthesize glycerol stearate from palm oil industrial products and test its effectiveness as a corrosion inhibitor on aluminum metal. The synthesis was carried out through an esterification reaction between glycerol and stearic acid using a sulfuric acid catalyst at a temperature of 120°C with a reaction time variation of 120–220 minutes. The synthesized products were characterized using Thin Layer Chromatography (TLC) and Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS) methods. The inhibitor effectiveness test was carried out using a gravimetric method based on the ASTM G31-21 standard in 1 M HCl solution. The results showed an optimum reaction time of 180 minutes with a yield of glycerol monostearate of 16.36%. TLC showed the highest R_f value close to the glycerol monostearate standard, while GC-MS detected the main compounds in the form of glycerol monopalmitate and glycerol monostearate. Effectiveness testing showed that the coating method produced an inhibition efficiency of 76.89%, higher than the direct mixing method of 73.69%. These results indicate that glycerol stearate has the potential to be an effective and environmentally friendly corrosion inhibitor based on biodiesel waste.

Keywords: *glycerol stearate, esterification, corrosion inhibitor, aluminum*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis gliserol stearat dari produk industri minyak kelapa sawit serta menguji efektivitasnya sebagai inhibitor korosi pada logam aluminium. Sintesis dilakukan melalui reaksi esterifikasi antara gliserol dan asam stearat menggunakan katalis asam sulfat pada suhu 120°C dengan variasi waktu reaksi 120–220 menit. Produk hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). Uji efektivitas inhibitor dilakukan dengan metode gravimetri berdasarkan standar ASTM G31-21 dalam larutan HCl 1 M. Hasil menunjukkan waktu reaksi optimum pada 180 menit dengan yield gliserol monostearat sebesar 16,36%. KLT menunjukkan nilai R_f tertinggi mendekati standar gliserol monostearat, sementara GC-MS mengidentifikasi senyawa utama berupa gliserol monopalmitat dan gliserol monostearat. Pengujian efektivitas menunjukkan bahwa metode pelapisan menghasilkan efisiensi inhibisi sebesar 76,89%, lebih tinggi dari metode pencampuran langsung sebesar 73,69%. Hasil ini menunjukkan bahwa gliserol stearat berpotensi sebagai inhibitor korosi yang efektif dan ramah lingkungan berbasis limbah biodiesel.

Kata Kunci: *gliserol stearat, esterifikasi, inhibitor korosi, aluminium*

1. Pendahuluan

Produksi biodiesel terus meningkat karena dianggap lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dibanding bahan bakar fosil [1]. Salah satu hasil samping dari proses ini adalah gliserol, yang mencapai sekitar 10% dari total produksi biodiesel [2]. Sayangnya, gliserol dalam jumlah besar ini belum dimanfaatkan secara optimal dan sering dianggap limbah, meskipun memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi produk bernilai tambah [3].

Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai guna gliserol adalah mengkonversinya menjadi gliserol stearat melalui reaksi esterifikasi dengan asam stearat [4]. Gliserol stearat bersifat amfipatik dan mampu membentuk emulsi stabil, sehingga banyak digunakan dalam industri kosmetik, pangan, dan farmasi [5]. Selain itu, senyawa ini juga berfungsi sebagai penghambat reaksi oksidasi dan korosi, dengan kemampuan menghambat hingga 89,50% dalam uji gravimetri [6].

Struktur kimia gliserol stearat memungkinkan pembentukan lapisan pelindung pada permukaan logam, sehingga mengurangi kontak langsung dengan air dan oksigen [7]. Stabilitas termal dan kimianya menjadikan senyawa ini cocok sebagai inhibitor korosi yang ramah lingkungan dan aplikatif secara industri.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei–Juni 2025 di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gliserol (Rofa, Indonesia), asam stearat (Rofa, Indonesia), katalis H_2SO_4 (Merck, Jerman), HCl 1M (Merck, Jerman), serta aquadest (Onemed, Indonesia). Alat yang digunakan meliputi sistem reaktor refluks lengkap dengan kondensor, pengaduk, termometer, heater, serta peralatan karakterisasi seperti Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan GC-MS (Shimadzu GCMS-QP2010S, Jepang).

Proses sintesis gliserol stearat dilakukan melalui reaksi esterifikasi antara gliserol dan asam stearat dalam perbandingan molar 1:1, dengan katalis H_2SO_4 sebanyak 2,05 mL (3,7 g). Reaksi dilakukan pada suhu 120°C dan variasi waktu reaksi 160, 180, 200, dan 220 menit dalam sistem refluks dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Setelah reaksi selesai, campuran didiamkan selama 30 menit untuk mengendap secara alami, kemudian dipisahkan antara lapisan atas (produk gliserol stearat) dan lapisan bawah (gliserol sisa dan asam sulfat). Produk dianalisis menggunakan KLT dan GC-MS untuk mengidentifikasi senyawa hasil sintesis.

Uji efektivitas sebagai inhibitor korosi dilakukan terhadap pelat aluminium 6061 berukuran 3×3 cm dengan metode gravimetri berdasarkan standar ASTM G31-21[12]. Pengujian dilakukan dengan dua metode aplikasi: pelapisan permukaan dan pencampuran langsung. Masing-masing pelat ditimbang sebelum dan sesudah perendaman dalam larutan HCl 1M dengan atau tanpa gliserol stearat, selama 60 menit pada suhu variasi 40°C , 45°C , 50°C , 55°C , dan 60°C . Efektivitas inhibitor dihitung berdasarkan perubahan massa dan laju korosi yang dihasilkan, dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Laju Korosi} = (K \times (W_1 - W_2)) / (\rho \times A \times t) \quad (1)$$

$$\text{Efektivitas (\%)} = ((\text{CR blank} - \text{CR inhibitor}) / (\text{CR blank})) \times 100 \quad (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

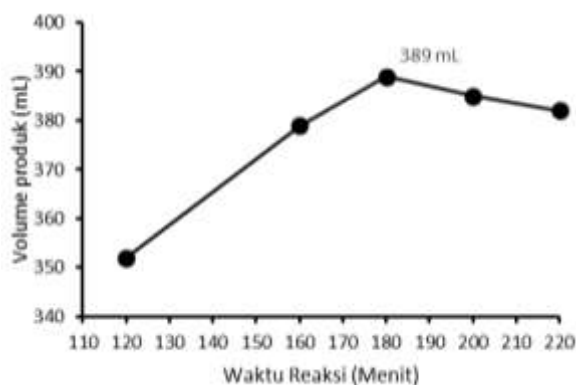
Data pada **Tabel 1** menunjukkan bahwa volume produk hasil esterifikasi meningkat seiring bertambahnya waktu reaksi dari 120 hingga 180 menit, kemudian menurun pada 200 dan 220 menit. Volume maksimum sebesar 389 mL diperoleh pada menit ke-180. Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap volume produk dapat dilihat pada **Gambar 1** menggambarkan kurva naik menuju puncak pada 180 menit, kemudian menurun. Pola ini mencerminkan bahwa pada menit ke-180, reaksi mencapai titik optimum dengan konversi maksimal dari gliserol dan asam stearat menjadi gliserol stearat.

Tabel 1. Data hasil proses reaksi esterifikasi pada suhu 120°C

Sampel	Waktu Reaksi (Menit)	Volume produk (mL)	Ket. Warna produk visual sesuai standar*	
			fase cair	fase padat
1	120	352	Putih pucat (<i>Snow White</i>)	Putih buram (<i>Bright White</i>)
2	160	379	Kuning pucat (<i>Vanilla Cream</i>)	Putih kekuningan (<i>Eggnog</i>)
3	180	389	Kuning bening (<i>Lemon Chrome</i>)	Kuning muda (<i>Sunlight</i>)
4	200	385	Kuning bening sedikit lebih pekat (<i>Spectra Yellow</i>)	Kuning tua (<i>Empire Yellow</i>)
5	220	382	Kuning tua (<i>Honey Mustard</i>)	Coklat muda (<i>Warm Sand</i>)

*Sumber: [8])

Penurunan volume produk setelah 180 menit disebabkan oleh dua faktor utama: terjadinya reaksi balik akibat akumulasi air dalam sistem reaksi tertutup, serta kemungkinan degradasi termal dari senyawa ester yang telah terbentuk [9]. Tekstur produk yang berubah menjadi lengket dan warna yang lebih tua pada waktu reaksi lebih panjang memperkuat indikasi terjadinya dekomposisi senyawa ester [10]. Hal ini juga berkaitan dengan prinsip kesetimbangan Le Châtelier yang menyatakan bahwa akumulasi produk samping seperti air dapat menggeser reaksi ke arah pembentukan kembali reaktan.



Gambar 1. Pengaruh waktu reaksi esterifikasi terhadap volume produk pada suhu 120°C

3.1 Uji Kromatografi Lapis Tipis

Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dilakukan sebagai metode kualitatif untuk memverifikasi keberhasilan sintesis gliserol stearat dengan cara membandingkan pola bercak senyawa hasil reaksi terhadap senyawa standar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [11], di mana analisis KLT digunakan untuk memastikan bahwa produk hasil esterifikasi telah berbeda secara signifikan dari reaktan awal, ditandai dengan munculnya bercak baru yang tidak tumpang tindih dengan posisi gliserol maupun asam lemak.

Tabel 2. Data hasil analisa kromatografi lapis tipis gliserol stearat

Analisis	Rf
Gliserol (standar)	0.15
Asam stearat (standar)	0.40
Gliserol Monostearat (standar)	0.70
Sampel 120 menit	0.30
Sampel 160 menit	0.44
Sampel 180 menit	0.68
Sampel 200 menit	0.62
Sampel 220 menit	0.53

Hasil analisis KLT menunjukkan nilai Rf tertinggi sebesar 0,68 pada waktu reaksi 180 menit, mendekati nilai standar gliserol monostearat (0,70). Nilai ini mencerminkan keberhasilan pembentukan senyawa monoester, yang ditandai dengan peningkatan sifat nonpolar. Nilai Rf yang lebih rendah pada waktu 120 dan 140 menit menunjukkan dominasi senyawa polar seperti gliserol atau reaktan belum bereaksi sempurna [11]. Penurunan nilai Rf setelah 200 menit disebabkan oleh pembentukan diester atau senyawa samping yang memiliki polaritas berbeda, menandakan bahwa waktu reaksi terlalu lama mulai menurunkan selektivitas sintesis [13].

3.2 Karakterisasi Gliserol Stearat dengan GC-MS

Dalam konteks penelitian ini, analisis GC-MS bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan proses esterifikasi antara gliserol dan asam stearat, sekaligus mendeteksi keberadaan produk utama seperti gliserol monostearat, gliserol distearat, maupun sisa reaktan dan produk samping lain yang mungkin terbentuk selama reaksi berlangsung.

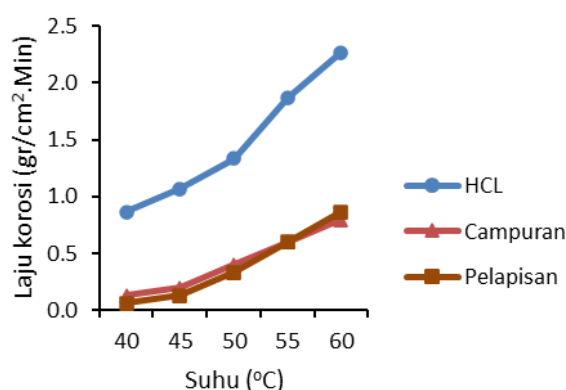
Tabel 3. Senyawa Komponen Sampel Gliserol Stearat

Komponen	Area %
Gliserin	3.31%
Asam heksadekanoat, metil ester	6.92%
Asam heksadekanoat	5.30%
Asam trans-13-oktadekanoat, metil ester	11.69%
Metil stearat	1.45%
Asam trans-13-oktadekanoat	5.90%
Asam oktadekanoat	1.63%
Asam heksadekanoat, ester 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil	37.49%
Asam oktadekanoat, ester 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil	15.56%

Hasil identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa senyawa utama hasil reaksi adalah gliserol monopalmitat (37,49%) dan gliserol monostearat (15,56%). Selain itu, ditemukan pula sisa gliserol (3,31%), asam lemak bebas (palmitat dan stearat), serta metil ester (metil palmitat, oleat, dan stearat). Keberadaan metil ester berasal dari transesterifikasi spontan akibat jejak senyawa alkohol rantai pendek atau kontaminasi selama reaksi [2]. Data ini mendukung bahwa waktu 180 menit adalah waktu optimum dengan dominasi monoester sesuai dengan target reaksi.

3.3 Efektivitas Gliserol Stearat sebagai Inhibitor Korosi terhadap HCl 1 M

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui efektivitas inhibitor gliserol stearat dan pengaruh suhu terhadap laju korosi pada logam aluminium dalam berbagai perlakuan, dilakukan pengukuran laju korosi pada rentang suhu 40-60°C. Perlakuan yang dibandingkan meliputi larutan HCl tanpa inhibitor sebagai blanko atau standar, perlakuan dengan campuran HCl dan gliserol stearat, serta metode pelapisan menggunakan gliserol stearat sebagai inhibitor. Hasil kajian penelitian [14] mengungkapkan bahwa metode pencampuran antara HCl dan inhibitor digunakan untuk melihat daya adsorpsi yang dimiliki oleh inhibitor terhadap plat dan bukan hanya itu saja metode ini juga memungkinkan untuk melihat karakteristik inhibitor dalam suasana asam maupun untuk pengaplikasian campuran cat. **Gambar 2** berikut menyajikan hubungan antara suhu dan laju korosi (dalam satuan $\text{gr/cm}^2 \cdot \text{jam}$) untuk masing-masing perlakuan.

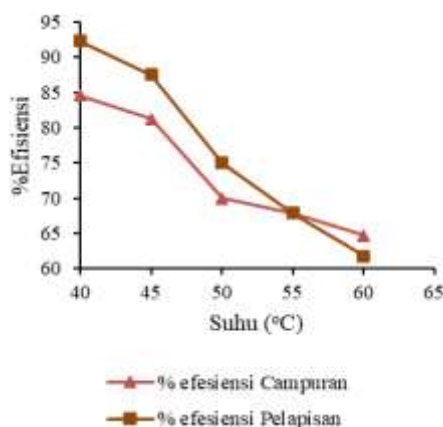


Gambar 2. Pengaruh laju korosi terhadap suhu

Pengujian efektivitas inhibitor dilakukan menggunakan metode gravimetri dalam larutan HCl 1 M terhadap logam aluminium. Hasilnya menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi diperoleh pada suhu 50°C dengan metode pelapisan permukaan sebesar 84,21%, dibandingkan dengan metode pencampuran langsung sebesar 73,69%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa adsorpsi langsung pada permukaan logam lebih efektif membentuk lapisan pelindung terhadap ion korosif [15].

3.4 Persentase Efisiensi Inhibitor Korosi Gliserol Stearat pengaplikasian dalam Larutan HCl

Dalam memperjelas persentase efisiensi antara dua metode aplikasi gliserol stearat sebagai inhibitor korosi dalam larutan HCl, disusun pada **Gambar 3** berisi grafik yang membandingkan efisiensi penghambatan korosi. Metode yang dibandingkan meliputi aplikasi secara langsung dicampur dalam larutan HCl (campuran) dan aplikasi melalui pelapisan permukaan logam (pelapisan langsung).



Gambar 3. Pengaruh Efisiensi Gliserol Stearat sebagai Inhibitor terhadap suhu

Pada **Gambar 3** perbandingan efisiensi gliserol stearat sebagai inhibitor korosi antara metode aplikasi langsung (pelapisan permukaan logam) dan tanpa pelapisan (dicampurkan langsung dalam larutan HCl) menunjukkan perbedaan signifikan dalam kinerja penghambatannya. Berdasarkan hasil uji gravimetri, metode pelapisan menunjukkan efisiensi inhibisi yang lebih tinggi, dengan rata-rata mencapai 84,21%, dibandingkan metode tanpa pelapisan yang hanya mencapai sekitar 73,69% pada suhu optimal 40°C.

Secara mekanisme, perbedaan efektivitas antara metode pelapisan dan metode pencampuran langsung berkaitan dengan proses adsorpsi dan kestabilan lapisan pelindung. Pada metode pelapisan, gliserol stearat lebih dulu berinteraksi dengan permukaan logam, membentuk lapisan pasif yang padat dan terorganisir. Lapisan ini efektif menghambat difusi ion H^+ dan Cl^- ke permukaan logam, sehingga mengurangi laju korosi [16].

Sebaliknya, pada metode pencampuran langsung, adsorpsi terjadi secara acak di dalam larutan. Hal ini membuat pembentukan lapisan pelindung kurang merata dan mudah terganggu, terutama pada suhu tinggi [14]. Dari sisi termodinamika, pelapisan permukaan menghasilkan energi adsorpsi yang lebih besar, menunjukkan ikatan yang lebih kuat antara inhibitor dan logam [17].

Perbedaan ini juga terlihat pada hasil uji laju korosi: metode pelapisan menunjukkan penurunan laju korosi yang lebih signifikan. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya pergerakan ion korosif menuju permukaan logam [18]. Dengan demikian, metode pelapisan lebih efektif dan direkomendasikan untuk aplikasi antikorosi dalam sistem industri yang bekerja di lingkungan asam.

4. Kesimpulan

Sintesis gliserol stearat dari gliserol hasil samping industri minyak kelapa sawit berhasil dilakukan melalui proses esterifikasi dengan asam stearat. Waktu reaksi optimum tercapai pada 180 menit, menghasilkan volume produk sebesar 389 mL dengan %yield gliserol monostearat sebesar 16,35%. Hasil analisis menunjukkan nilai R_f KLT sebesar 0,68 dan area GC-MS sebesar 15,56% yang mengindikasikan keberhasilan sintesis monoester. Sebagai inhibitor korosi pada logam aluminium dalam larutan HCl 1 M, gliserol stearat menunjukkan efektivitas maksimum sebesar 84,62% pada suhu 40 °C dengan metode pelapisan permukaan. Temuan ini membuktikan bahwa gliserol stearat berpotensi sebagai bahan antikorosi ramah lingkungan yang aplikatif dalam sistem industri berbasis asam.

5. Daftar Pustaka

- [1] Echendu, A. J., Hampo, C. C., Olatunde, D., Obasih, J. I., Oni, O., Ojo, D., ... & Oladipo, S. (2024). Biofuels as a key renewable energy source: A review of life cycle assessment studies in South Africa. *Biofuels*, 15(5), 605-613. <http://doi.org/10.1080/17597269.2023.2264037>
- [2] Osman, W. N. A. W., Rosli, M. H., Mazli, W. N. A., & Samsuri, S. (2024). Comparative review of biodiesel production and purification. *Carbon Capture Science & Technology*, 13, 100264.
- [3] Ratnani, R. D., Budihardjo, A., & Wikanta, D. K. (2024). Pengembangan Produksi Bioplastik Untuk Kerajinan Asesoris Dari Gliserol Sebagai Pemanfaatan Limbah Industri Biodisel. Laporan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
- [4] Pandit, K., Jeffrey, C., Keogh, J., Tiwari, M. S., Artioli, N., & Manyar, H. G. (2023). Techno-economic assessment and sensitivity analysis of glycerol valorization to biofuel additives via esterification. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 62(23), 9201-9210. <http://doi.org/10.1021/acs.iecr.3c00964>
- [5] Wardana, D., Ramadhan, A., Amne, F., Prihatini, D., & Eddiyanto, E. (2019). Utilization of glycerol from used oil as an ester glycerol surfactant. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 2(2), 111-120. <http://doi.org/10.24114/ijcst.v2i2.13999>
- [6] Ningrum, M. H., Laksmi, A. N., Salam, D. M., Saputra, S. H., Saefudin, M. F., Devi, A. P., & Fernandes, A. (2024). Oleochemicals as green corrosion inhibitors: a review. *Int J Corros Scale Inhibit*, 3(13), 1375-1393. <http://doi.org/10.17675/2305-6894-2024-13-3-2>
- [7] Uslu, E. K., & Yilmaz, E. (2021). Preparation and characterization of glycerol monostearate and polyglycerol stearate oleogels with selected amphiphiles. *Food Structure*, 28, 100192. <http://doi.org/10.1016/j.foostr.2021.100192>
- [8] Pantone LLC. (2023). *Pantone Fashion, Home + Interiors Color Guide*. Pantone LLC.
- [9] Gross, J. H. (2021). *Mass Spectrometry: A Textbook* (3rd ed.). Springer. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-54398-7>
- [10] Maquirriain, Maira Alejandra, Carlos Alberto Querini, and María Laura Pisarello. "Glycerine esterification with free fatty acids: Homogeneous catalysis." *Chemical Engineering Research and*

- Design 171 (2021): 86-99. <http://doi.org/10.1016/j.cherd.2021.04.018>
- [11] Nitbani, F. O., Tjitda, P. J. P., Nurohmah, B. A., & Wogo, H. E. (2020). Preparation of fatty acid and monoglyceride from vegetable oil. *Journal of Oleo Science*, 69(4), 277-295. <http://doi.org/10.5650/jos.ess19168>
- [12] ASTM International. (2021). *ASTM G31-21: Standard Guide for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. West Conshohocken, PA: ASTM International. <http://doi.org/10.1520/G0031-21>
- [13] Aryusuk, K., Nakornsadet, A., Sombutsuwan, P., & Chumsantea, S. (2024). Characterization of Palm Fatty Acid Distillate, Diacylglycerol Regioisomers, and Esterification Products Using High-Performance Size Exclusion Chromatography. *Journal of Oleo Science*, 73(4), 445-454. <http://doi.org/10.5650/jos.ess23196>
- [14] Pesha, T., Mothlathlo, T., Mulaudzi, V. L., Mothapo, M. P., & Mkhonto, P. P. (2023). Inhibition of zinc corrosion by glycerol stearate in 1.0M hydrochloric acid medium with experimental, theoretical, and electrochemical techniques. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 12(2), 60–66.
- [15] Elsharif, A. M., Abubshait, S. A., Abdulazeez, I., & Abubshait, H. A. (2020). Synthesis, characterization and corrosion inhibition studies of polyunsaturated fatty acid derivatives on the acidic corrosion of mild steel: Experimental and computational studies. *Journal of Molecular Liquids*, 319, 114162. <http://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114162>
- [16] Yuan, J., Zhang, X., Xu, J., Ding, J., Li, W., & Guo, B. (2024). Effect of glycerol stearates on the thermal and barrier properties of biodegradable poly (butylene adipate-co-terephthalate). *Materials*, 17(23), 5732. <http://doi.org/10.3390/ma17235732>
- [17] Anggoro, D. D., Maryono, M., & Kartika, A. I. (2022). Thermodynamic Study of Glycerol Monostearate (GMS) Synthesis via Glycerol and Stearic Acid Esterification. *Malaysian Journal of Chemistry*, 24(1), 67–74.
- [18] Cocero, M. J., Menalla, E., Garcia-Serna, J., & Cantero, D. A. (2021). Hydrothermal Hydrolysis of Triglycerides: Tunable and Intensified Production of Diglycerides, Monoglycerides, and Fatty Acids. *Monoglycerides, and Fatty Acids*. <http://doi.org/10.1016/j.cej.2024.152391>