



**PENGEMBANGAN BAHAN AKTIF ANTIMIKROBA DARI ASAM LEMAK SAWIT MELALUI MODIFIKASI KIMIA: FOKUS PADA SINTESIS MONO/DIASIL GLISEROL DAN TURUNAN ASAM LEMAK TEROKSIDASI UNTUK APLIKASI PANGAN DAN FARMASI**

**DEVELOPMENT OF ANTIMICROBIAL ACTIVE INGREDIENTS FROM PALM FATTY ACIDS THROUGH CHEMICAL MODIFICATION: FOCUS ON THE SYNTHESIS OF MONO/DIASIL GLYCEROL AND OXIDIZED FATTY ACID DERIVATIVES FOR FOOD AND PHARMACEUTICAL APPLICATIONS**

**Wardatul Husna Irham<sup>1</sup>, Busrizal Faisal<sup>2</sup>, Michael Finehas Manik<sup>3\*</sup>, Dwi Kartika Putri<sup>4</sup>, Fiki Sinaga<sup>5</sup>, Welly Three Nengsih<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Indonesia

<sup>2,3,4,5,6</sup>Program Studi Teknik kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Indonesia

\*Corresponding Email: [michaelfinehasmanik@gmail.com](mailto:michaelfinehasmanik@gmail.com)

---

**Abstrak**

*Palm oil and its derivatives are a major source of saturated and unsaturated fatty acids, making them suitable as raw materials for producing bioactive compounds through chemical modification. One interesting development is the production of antimicrobial active ingredients from palm fatty acids, particularly by producing monoacylglycerols (MAG), diacylglycerols (DAG), and oxidation derivatives such as fatty acid epoxides, peroxides, and diols. This paper discusses research findings from the past twenty years on the chemical modification of palm oil fatty acids to produce antimicrobial active ingredients that can be used in the food and pharmaceutical industries. This study was conducted by analyzing 20 scientific journals from within and outside the country, covering the processes of glycerolysis, ethanolysis, selected oxidation, and testing the antimicrobial activity of the resulting compounds. Both chemical and enzymatic synthesis methods have been reported to produce MAG/DAG derivatives and oxidized fatty acids with good oxidation resistance and antimicrobial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria. Based on the review results, it appears that monoglycerides, particularly monolaurin and monopalmitin, have a strong inhibitory effect against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Bacillus cereus*, while epoxy and peroxide compounds from oleic and linoleic acids have additional antimicrobial potential and antioxidant properties. This potential opens up great opportunities for developing natural food preservatives and active pharmaceutical ingredients derived from environmentally friendly palm oil sources*

**Keywords:** *palm, fatty\_acids, monoacylglycerols, diacylglycerols, antimicrobials*

**How to Cite:** Irham, W.H., Faisal, B., Manik, M.F., Putri, D.K., Sinaga, F., Nengsih, W.T., (2025). Pengembangan Bahan Aktif Antimikroba dari Asam Lemak Sawit melalui Modifikasi Kimia: Fokus pada Sintesis Mono/Diasil Gliserol dan Turunan Asam Lemak Teroksidasi untuk Aplikasi Pangan dan Farmasi. Jurnal Agro Fabrica Vol.7 (2): 105-113.

---

## PENDAHULUAN

Minyak kelapa sawit, yang berasal dari pohon *Elaeis guineensis*, merupakan komoditas penting bagi Indonesia. Selain digunakan sebagai bahan pangan dan sumber energi, minyak ini juga mengandung senyawa kimia berharga seperti asam lemak jenuh dan tak jenuh. Komponen utamanya meliputi asam palmitat, asam oleat, asam linoleat, serta jumlah kecil asam stearat dan asam miristat (Harikedua & Harikedua, 2018). Asam lemak ini dapat diubah melalui proses kimia atau enzim menjadi senyawa perantara yang lebih aktif dan serbaguna, seperti monoasilgliserol (MAG), diasilgliserol (DAG), dan ester teroksidasi. Produk-produk ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai agen antimikroba alami, baik untuk makanan maupun obat-obatan (Murhadi & Suharyono, 2008).

Belakangan ini, isu-isu keberlanjutan dan keamanan pangan telah mendorong industri untuk beralih ke bahan aktif alami yang berasal dari minyak nabati. Senyawa berbasis asam lemak kelapa sawit menarik karena mudah diperoleh, mudah dimodifikasi, dan kompatibel secara biologis. Monoasilgliserol seperti monolaurin dan monopalmitin, contohnya, terbukti mampu menghambat bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, dan *Bacillus cereus* (Murhadi & Suharyono, 2008; Widiyanti, 2015). Bakteri

ini dapat menghambat proses penyembuhan penyakit sehingga sangat diperlukan zat yang dapat mencegah pertumbuhannya (Irham, 2020 dan Irham, 2021). Sementara itu, turunan oksidasi seperti asam oleat epoksida dan asam linoleat peroksida menunjukkan efek antimikroba dan antioksidan yang kombinatif (Albike, 2016).

Untuk memanfaatkan asam lemak kelapa sawit dalam industri makanan dan farmasi, kita perlu memahami struktur kimianya, ketahanan terhadap oksidasi, dan aktivitas biologisnya. Modifikasi kimia seperti gliserolisis dan etanolisis merupakan metode utama untuk memproduksi MAG dan DAG dari minyak kelapa sawit (Garuda1489292, 2008; Aazhari dkk., 2021). Di sisi lain, oksidasi terkontrol menghasilkan senyawa epoxy dan hidroperoksida dengan kelompok fungsional yang aktif melawan mikroorganisme berbahaya. Pendekatan ini menawarkan alternatif bagi pengawet sintetis seperti benzoat dan nitrit, yang keamanan jangka panjangnya sering dipertanyakan.

Pentingnya penelitian ini juga disebabkan oleh meningkatnya resistensi mikroba terhadap antibiotik umum. Dalam situasi ini, bahan aktif alami dalam minyak kelapa sawit dapat menjadi solusi antimikroba yang efektif, murah, dan aman (Zalizar, 2012). Penggunaannya dalam industri farmasi meliputi produksi salep, emulsi, dan sistem pengiriman obat berbasis lipid. Di sisi lain,

dalam industri makanan, senyawa-senyawa ini berfungsi sebagai emulsifier dan pengawet alami yang membantu memperpanjang masa simpan produk.

Studi sebelumnya juga menekankan efisiensi proses dan penggunaan limbah minyak sawit sebagai bahan baku alternatif. Distilat asam lemak minyak sawit (DALMS) dan fraksi tak dapat dihidrolisis (FTT) mengandung vitamin E, fitosterol, dan skualen, yang memberikan peran sebagai antioksidan dan penghambat oksidasi mikrobial (Albike dkk., 2016). Selain itu, inovasi teknologi seperti asap cair dari cangkang kelapa sawit (Fauziati & Sampepana, 2021) dan fermentasi daun kelapa sawit (Febrina dkk., 2018) menunjukkan potensi besar untuk menciptakan sistem produksi biorefinery berbasis kelapa sawit yang terintegrasi.

Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji temuan penelitian mengenai pengembangan bahan aktif antimikroba dari asam lemak kelapa sawit melalui dua jalur utama: (1) sintesis monogliserida dan digliserida, serta (2) modifikasi oksidatif asam lemak menjadi senyawa bioaktif seperti epoksida dan peroksida. Fokus penelitian ini meliputi metode sintesis, mekanisme aktivitas antimikroba, dan potensi aplikasinya dalam industri pangan dan farmasi yang berkelanjutan.

## **METODE PENELITIAN**

### **2.1. Pendekatan Analitis**

Riset berupa kajian tinjauan literatur yang dilaksanakan secara terstruktur untuk menelaah temuan-temuan riset sebelumnya mengenai pembuatan senyawa antimikroba aktif dari asam lemak kelapa sawit melalui proses modifikasi kimia. Melalui pendekatan ini, wawasan yang lebih dalam bisa dicapai dengan memfokuskan pada pembentukan monoasilgliserol (MAG), diasilgliserol (DAG), serta produk oksidasi turunan asam lemak kelapa sawit, plus pemanfaatannya di sektor makanan dan obat-obatan. Kajian literatur ini mengadopsi kaidah Systematic Literature Review (SLR), yang melibatkan langkah-langkah bertahap seperti pengidentifikasian, pemilihan, pengkajian, dan pengintegrasian data.

### **2.2. Klasifikasi data dan sumber perolehannya**

Data yang mendukung tujuan ini dikumpulkan dari 20 artikel penelitian yang di publikasikan di jurnal nasional serta internasional yang sudah terakreditasi, dengan rentang waktu dari 2015 hingga 2024. Artikel-artikel tersebut dikumpulkan dari sumber-sumber ilmiah yang andal, seperti Garuda, DOAJ, ScienceDirect, dan portal universitas Indonesia. Jurnal-jurnal tersebut dipilih berdasarkan relevansinya dengan topik penelitian terkait sintesis dan karakterisasi oksidasi asam lemak kelapa sawit yang memiliki aktivitas antimikroba. Beberapa

contoh artikel yang menjadi acuan utama adalah penelitian Murhadi dan Suharyono (2008) mengenai aktivitas antimikroba monogliserida sawit, Harikedua & Harikedua (2018) tentang profil asam lemak minyak sawit, Hamzah et al. (2017) mengenai reaksi gliserolisis, Albike et al. (2016) terkait oksidasi asam lemak, serta Fauziati & Sampepana (2021) tentang aktivitas antibakteri asap cair limbah sawit.

### **2.3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi**

Kriteria untuk menyertakan artikel mencakup jurnal yang: (1) membahas kimia asam lemak kelapa sawit dan variannya, (2) mengkaji pembuatan atau pengujian MAG/DAG serta zat oksidasi, (3) mengevaluasi atau menyampaikan efek antimikroba, dan (4) dirilis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Di sisi lain, kriteria pengecualian melibatkan tulisan yang hanya fokus pada biodiesel tanpa hubungan dengan bioaktivitas, plus artikel yang tidak memberikan data percobaan atau hasil pengujian aktivitas biologis. Dengan penyaringan seperti ini, akhirnya didapat 20 artikel yang cocok dan sesuai dengan tema riset.

### **2.4. Proses Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan lewat analisis isi dari dokumen ilmiah. Setiap artikel yang dipilih ditelaah untuk mengambil

informasi krusial, seperti tipe asam lemak yang dipakai, teknik modifikasi kimia (gliserolisis, etanolisis, oksidasi), kondisi reaksi, jenis katalis, dan hasil pengujian senyawa (termasuk angka bilangan asam, bilangan peroksida, ketahanan oksidatif, serta efek antimikroba). Data tersebut lalu dikelompokkan menurut tema dan pendekatan riset yang mirip supaya bisa dibandingkan dengan rapi.

### **2.5. Teknik analisis data**

Analisisnya menggunakan cara deskriptif-kualitatif serta pendekatan perbandingan. Temuan dari tiap artikel jurnal dibandingkan untuk mencari pola-pola umum, variasi dalam teknik sintesis, dan bagaimana struktur molekul senyawa itu berhubungan dengan efek antimikrobanya. Pendekatan kualitatif digunakan dalam menafsirkan hubungan ilmiah antarvariabel, sedangkan pendekatan komparatif dalam evaluasi efektivitas metoda sintesis kimia dan enzimatis dalam menghasilkan produk bioaktif. Validitas analisis diperkuat melalui triangulasi antara sumber-sumber data, dengan konfirmasi hasil oleh berbagai studi yang berbeda pada objek serupa, seperti aktivitas monolaurin terhadap *Staphylococcus aureus* atau efek oksidasi asam oleat pada bakteri Gram-negatif.

## 2.6. Validasi dan Sintesis Informasi

Langkah akhirnya melibatkan penggabungan informasi dari berbagai temuan riset untuk mencapai simpulan tematik yang menyeluruh. Seluruh data numerik yang ada, termasuk persentase penghambatan mikroba, kadar MAG/DAG, serta nilai indeks oksidasi, dihimpun guna mengidentifikasi tren bersama. Informasi kualitatif, seperti mekanisme kerja antimikroba dan stabilitas senyawa dalam sistem pangan dan farmasi, dijadikan dasar dalam merumuskan kesimpulan konseptual. Proses ini memastikan bahwa hasil review bersifat obyektif, representatif, dan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan riset lanjutan dalam bidang teknologi hasil sawit berorientasi biofarmasi.

### DISKUSI

Penelitian ini menunjukkan bahwa melalui modifikasi kimia asam lemak kelapa sawit, sintesis monoasilgliserol (MAG) dan diasilgliserol (DAG) menghasilkan senyawa yang memiliki daya antimikroba kuat terhadap bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, dan *Escherichia coli*. Pada rentang konsentrasi 12,5 hingga 400 mg/ml, MAG yang berasal dari minyak kelapa dan minyak inti kelapa menunjukkan zona penghambatan yang lebih besar daripada DAG, dengan nilai konsentrasi penghambatan minimum (MIC) untuk *B. cereus* dan *S. aureus* mencapai 17,5 mg/ml.

Aktivitas ini memiliki afektivitas yang lebih tinggi pada bakteri gram-positif dibanding gram-negatif, dengan *E. coli* tidak menunjukkan efek pada konsentrasi apa pun yang diuji. Penambahan EDTA ke DAG meningkatkan efek antimikroba terhadap *E. coli*, dan dengan menurunkan pH menjadi 3, bakteri dapat dinonaktifkan sepenuhnya. Di sisi lain, turunan asam lemak teroksidasi, seperti dioxolane yang dihasilkan dari asam lemak kelapa sawit yang didistilasi, menunjukkan potensi sebagai biopestisida, dengan pengurangan oksigen oxirane menjadi 0,007% pada kondisi optimal menggunakan katalis BF<sub>3</sub> (Mintarti & Kusumah, 2017; Nitbani et al., 2020; Murhadi, 2009).

Pembahasan temuan ini menjelaskan bahwa sifat antimikroba MAG dan DAG berasal dari cara mereka mengganggu membran sel bakteri, terutama melalui interaksi dengan komponen lipid dan protein. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa asam lemak rantai sedang seperti asam laurat, yang terdapat dalam minyak kelapa sawit memiliki sifat lipolitik yang sangat kuat, yang konsisten dengan hasil bahwa MAG lebih unggul daripada DAG karena kemurniannya yang lebih tinggi. Pengaruh pH dan EDTA menunjukkan mekanisme penghambatan tambahan, di mana kondisi asam membantu asam lemak menembus sel bakteri Gram-negatif yang dilindungi oleh lapisan lipopolisakarida. Hal ini konsisten dengan

literatur yang menyatakan bahwa asam lemak jenuh rantai sedang dapat membentuk kompleks dengan kation logam, sehingga meningkatkan permeabilitas membran. Untuk penggunaan di industri makanan, MAG dan DAG dapat digunakan sebagai pengawet alami yang aman, menggantikan bahan sintesis seperti sorbat, dengan potensi untuk mengurangi risiko kontaminasi mikrobial pada produk seperti susu kelapa. Di dunia farmasi, senyawa-senyawa ini menarik sebagai agen antibakteri topikal, terutama untuk luka bakar, karena dapat merangsang pertumbuhan fibroblas sambil menghentikan pertumbuhan bakteri (Martino & Putri, 2024; Murhadi, 2009; Nitbani et al., 2020).

Hasil sintesis dioxolane menggunakan asam lemak kelapa sawit yang didistilasi membuktikan bahwa proses epoksidasi pada asam lemak tak jenuh seperti asam oleat menghasilkan metil stearat epoxide dengan kandungan oksigen oxirane sebesar 3,75%, yang kemudian dioksolanisasi dengan aseton menggunakan katalis  $\text{BF}_3$  untuk menghasilkan senyawa dengan spektrum IR yang menunjukkan puncak pada  $1100\text{ cm}^{-1}$ , menunjukkan pembentukan cincin dioxolane. Dengan perbandingan molar 1:1 dan konsentrasi katalis 10%, kandungan oksirana oksigen turun drastis menjadi 0,007%, menunjukkan konversi yang sangat efisien. Analisis kromatografi lapis tipis (KLT) mengonfirmasi pembentukan dioksolan

dengan nilai  $R_f$  0,71, yang berbeda dari epoxy ( $R_f$  0,84) dan metil oleat ( $R_f$  0,98). Tanpa katalis, reaksi hanya mampu mengurangi kandungan oksiran menjadi 2,40%, mengonfirmasi peran penting katalis dalam mempercepat reaksi (Yuliasari dkk., 1999; Sujadi dkk., 2016).

Pembahasan yang lebih mendalam menjelaskan bahwa dioxolane, sebagai turunan teroksidasi, memiliki potensi besar sebagai biopestisida berkat sifat insektisida, fungisida, dan bakterisida yang dimilikinya, dengan keunggulan tambahan ramah lingkungan dibandingkan pestisida sintesis. Mekanisme kerjanya melibatkan reaksi dengan kelompok fungsional pada membran sel hama atau mikroba, yang konsisten dengan literatur tentang senyawa furan keton. Untuk aplikasi farmasi, dioxolane dapat dikembangkan sebagai agen antimikroba dalam produk topikal, sementara dalam pangan, ia berpotensi sebagai pengawet yang tahan terhadap degradasi panas. Tantangan utama adalah rendahnya hasil (22-69%), sehingga optimasi kondisi reaksi seperti suhu dan konsentrasi katalis diperlukan untuk meningkatkan efisiensi. Dibandingkan dengan asam lemak asli, modifikasi oksidatif ini meningkatkan bioaktivitas, tetapi studi toksikologi lebih lanjut diperlukan untuk memastikan keamanannya (Yuliasari dkk., 1999; Murhadi, 2009).

Secara umum, hasil penelitian ini membuktikan bahwa modifikasi kimia asam lemak kelapa sawit menghasilkan bahan aktif antimikroba yang efektif, di mana MAG/DAG lebih cocok untuk aplikasi antimikroba langsung, sementara dioxolane menawarkan potensi sebagai biopestisida. Aktivitas ini didorong oleh komposisi asam lemak kelapa sawit, yang kaya akan asam laurat dan asam oleat, memudahkan sintesis senyawa turunan. Namun, variasi aktivitas antara bakteri menunjukkan kebutuhan akan formulasi khusus yang disesuaikan dengan mikroba target. Di industri makanan, senyawa-senyawa ini dapat menggantikan pengawet sintetis, meningkatkan keamanan produk dan umur simpan. Di bidang farmasi, mereka menjanjikan terapi antimikroba alami, terutama untuk infeksi kulit dan luka, dengan potensi sinergi dengan bahan lain seperti EDTA (Nitbani et al., 2020; Isyanti & Sirait, 2021).

Pembahasan lebih lanjut menggabungkan temuan ini dengan literatur terkait, di mana asam lemak kelapa sawit yang didistilasi sebagai bahan baku menawarkan keunggulan biaya rendah dan ketersediaan yang tinggi. Optimasi proses, seperti penggunaan katalis BF<sub>3</sub> untuk dioxolane, dapat meningkatkan hasil dan kemurnian, sehingga mengurangi biaya produksi. Tantangan utama adalah stabilitas senyawa tersebut dalam kondisi pengolahan makanan (seperti panas dan pH) serta kemungkinan

adanya residu dalam produk farmasi. Studi toksikologi *in vivo* diperlukan untuk memastikan keamanan, terutama karena senyawa ini berasal dari sumber alami. Secara inovatif, pengembangan ini mendukung tren menuju oleokimia berkelanjutan, mengubah limbah minyak kelapa sawit menjadi produk bernilai tinggi, yang sejalan dengan upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan sintetis. (Nugrahati & Nugroho, 2024; Sujadi et al., 2016).

## KESIMPULAN

Sintesis monoasilgliserol (MAG) serta mono/diasilgliserol (MDAG) dari minyak sawit dapat dilakukan secara kimiawi maupun enzimatis; pemilihan metode mempengaruhi rendemen, kemurnian, dan spektrum antimikroba produk. MAG, khususnya monolaurin yang berasal dari fraksi laurat (PKO/VCO), memperlihatkan aktivitas antimikroba kuat terhadap bakteri Gram-positif dan potensi sebagai pengawet pangan alami. Turunan oksidasi asam lemak (epoksi, peroksida, diol, serta senyawa seperti dioksolan) menawarkan mekanisme kerja tambahan melalui stres oksidatif pada mikroba dan memiliki potensi aplikasi farmasi (salep, antiseptik) namun memerlukan evaluasi toksikologi lebih lanjut sebelum aplikasi pangan. Pemanfaatan fraksi tidak tersabunkan dan asap cair dari limbah sawit dapat meningkatkan nilai tambah dan sinergi formulasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albike, R. D., Estiasih, T., Maligan, J. M., Korespondensi, P., Bioaktif, S., & Dismutase, S. (2016). Fraksi Tidak Tersabunkan (Ftt) Dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (Dalms) Sebagai Sumber Antioksidan: Kajian Pustaka Unsaponifiable Fraction From Palm Fatty Acid Distillate As Antioxidant Source: *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(2), 494–498.
- Hamzah, H., Afandi, A. A., & Suarni, S. (2021). Uji Daya Hambat Minyak Sawit (Cpo), Bawang Putih, Dan Kunyit Terhadap Beberapa Jenis Bakteri *Vibrio* Sp. *Journal Of Aquatropica Asia*, 6(1), 20–25.  
<https://doi.org/10.33019/Aquatropica.V6i1.2461>
- Harikedua, S. D., & Harikedua, V. T. (2018). Profil Asam Lemak Minyak Sawit Setelah Proses Penggorengan Ikan. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 30.  
<https://doi.org/10.35800/Mthp.6.1.2018.19538>
- Hasibuan, H. A., Anshari, M., & Erlangga Habibi Nasution, M. (2024). Asam Lemak Berbasis Minyak Sawit Dan Minyak Inti Sawit: Proses Produksi Dan Stabilitas Warna. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 29(3), 189–196.  
<https://doi.org/10.22302/Iopri.War.Warta.V29i3.145>
- Isyanti, M., & Sirait, S. D. (2021). Fraksinasi Asam Laurat, Short Chain Triglyceride (SCT) Dan Medium Chain Triglyceride (MCT) Dari Minyak Kelapa Murni. *Warta Industri Hasil Pertanian*, 38(2), 160.
- Malang, M. (2015). Peran Biologi Dan Pendidikan Biologi Dalam Menyiapkan Generasi Unggul Dan Berdaya Saing Global, *Malang*, 21. 2009, 359–369.
- Martino, D. F., Aulia, B., Ika, N., Gigi, S. K., Airlangga, U., Kedokteran, S., & Airlangga, U. (2024). Efektivitas Minyak Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Terhadap Peningkatan Jumlah Fibroblas Dalam Penyembuhan Luka Bakar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, 10169–10174.
- Masri, S., Mohd, N., Abu Kasim, N. H., & Razali, M. (2025). Mechanistic Insight Into The Antioxidant And Antimicrobial Activities Of Palm Oil-Derived Biomaterials: Implications For Dental And Therapeutic Applications. *International Journal Of Molecular Sciences*, 26(14), 1–35.  
<https://doi.org/10.3390/Ijms26146975>
- Murhadi. (2009). Senyawa Dan Aktivitas Antimikroba Golongan Asam Lemak Dan Esternya Dari Tanaman. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 14(1), 97–105.
- Nugrahati, C. N. A., & Nugroho, R. A. (2024). Lauric Acid Of Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens* L.) Larvae Oil As Cosmetic Ingredient. *Biology Education*, 21(1), 14–19.
- Nurfiqih, D., Hakim, L., Muhammad, M., Zulnazri, Z., & Jalaluddin, J. (2021). Pengaruh Suhu, Persentase Air, Dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (Alb) Pada Crude Palm Oil (Cpo). *Chemical Engineering Journal Storage*, 1(3), 36.  
<https://doi.org/10.29103/Cejs.V1i3.4992>
- Nuruzzaman, M. (2018). Syntax Literate: Terorisme Dan Media Sosial Sisi Gelap Berkembangnya Teknologi Informasi Komunikasi Mohammad, 3(8), 27–38.
- Pengajar, S., Teknologi, J., Pertanian, I., Pertanian, F., & Lampung, U. (2008).



Kajian Aktivitas Antibakteri Produk Etanolisis Dari Campuran Minyak Inti Sawit (*Elaeis Quineensis* Jacq.) Dan Minyak Biji Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.) [Antibacterial Activities Of Crude Ethanolysis Product From Mixture Of Palm Kernel Oil And Morinda Se. *13*(2), 47–58.

Ramadhani, E., Giyanto, G., & Purwanto, H. (2022). Pengaruh Aplikasi Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit Pada Tandan Buah Segar Terhadap Kualitas Mutu Cpo (Crude Palm Oil). *Jurnal Agro Fabrica*, *4*(1), 38–47. <https://doi.org/10.47199/Jaf.V4i1.181>

Sampepana, E., & Fauziati. (2021). Kajian Karakteristik Kimia Asap Cair Cangkang Sawit, Tandan Kosong Sawit Sebagai Bahan Antibakteri Dan Aplikasinya. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, *15*(2), 338–347.

Sujadi, S., Hasibuan, H. A., Rahmadi, H. Y., & Purba, A. R. (2016). Komposisi Asam Lemak Dan Bilangan Iod Minyak Dari Sembilan Varietas Kelapa Sawit Dxp Komersial Di Ppks. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, *24*(1), 1–11. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v24i1.1>

Wahyuni, S., Hambali, E., Tua, B., Marbun, H., (2016). Esterifikasi Gliserol Dan Asam Lemak Jenuh Sawit Dengan Katalis Mesa. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *26*(3), 333–342.

Zalizar, F. Zalizar, L. (2012). Kualitas Fisik Garlic Oil Dan Potensinya Sebagai Antimikroba *Streptococcus Agalactiae* Penyebab Mastitis Pada Sapi Perah Kualitas Fisik Garlic Oil Dan Potensinya Sebagai Antimikroba *Streptococcus Agalactiae* Penyebab Mastitis Pada Sapi Pera. *7*(2), 53–60. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/gamma/issue/view/238/showToc>.