

## Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Stabilitas Dan Karakteristik Fisik Food Grade Grease Halal Dari CPO Tangki Timbun PT. ABC

### Effect of Stirring Time on the Stability and Physical Characteristics of Halal Food Grade Grease Form Storage Tank CPO of PT. ABC

Riska Agustin<sup>1</sup>, Nina Hairiyah<sup>1 a</sup>, Fatimah<sup>1</sup>, Imron Musthofa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroindustri Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut; Jl. A. Yani Km. 06 Desa Panggung Kec. Pelaihari Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70815.

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Tanah Laut; Jl. A. Yani Km. 06 Desa Panggung Kec. Pelaihari Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70815.

<sup>a</sup>Korespondensi: Nina Hairiyah, E-mail: ninahairiyah@politala.ac.id

Diterima: 11 - 09 - 2025 , Disetujui: 31 - 12 - 2025

#### ABSTRACT

This study aims to evaluate the effect of stirring time variations on the quality of halal food grade grease based on Crude Palm Oil (CPO) from the storage tank at PT. ABC. Halal food grade grease is essential in the food industry, with the challenge of meeting safety, environmental, and halal standards. Therefore, optimizing the production process is necessary to ensure the product meets these requirements. The results show that variations in stirring time (15, 30, and 45 minutes) significantly affect pH, melting point, and sensory quality (color, aroma, and texture) of the grease. Stirring for 45 minutes resulted in a more stable pH, a higher melting point, and improved sensory characteristics, including brighter color, more neutral aroma, and smoother texture, compared to shorter stirring times. All sensory parameters showed significant differences ( $p < 0.05$ ) as indicated by ANOVA analysis. Optimizing stirring time can produce halal food grade grease with optimal physical and sensory characteristics, essential for meeting food product quality standards. These findings provide practical insights for the development of safe, high-quality, halal food lubricants and can be applied in industrial-scale production to enhance competitiveness in the global market.

**Keywords:** halal food grade grease, Crude Palm Oil (CPO), stirring time, stability, physical characteristics

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi waktu pengadukan terhadap kualitas *food grade grease* halal berbasis *Crude Palm Oil* (CPO) dari tangki timbun PT. ABC. Halal *food grade grease* merupakan produk yang diperlukan dalam industri pangan, dengan tantangan untuk memenuhi standar kualitas yang aman, ramah lingkungan, dan sesuai dengan prinsip halal. Oleh karena itu, optimasi proses produksi sangat penting untuk menghasilkan produk yang memenuhi kriteria tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu pengadukan (15, 30, dan 45 menit) berpengaruh signifikan terhadap pH, titik leleh, dan kualitas sensori (warna, aroma, dan tekstur) produk yang dihasilkan. Pengadukan selama 45 menit menghasilkan pH yang lebih stabil, titik leleh yang lebih tinggi, serta peningkatan kualitas sensori, termasuk warna yang lebih cerah, aroma yang lebih netral, dan tekstur yang lebih halus, dibandingkan dengan waktu pengadukan yang lebih singkat. Semua parameter sensori menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0.05$ ) berdasarkan hasil analisis ANOVA. Pengoptimalan waktu pengadukan dapat menghasilkan *food grade grease* halal dengan karakteristik fisik dan sensori yang optimal, yang penting untuk memenuhi standar kualitas produk pangan. Temuan ini memberikan kontribusi praktis dalam pengembangan produk pelumas pangan yang aman, berkualitas, dan sesuai dengan prinsip halal, serta dapat diterapkan dalam skala industri untuk meningkatkan daya saing produk di pasar global.

**Kata kunci:** food grade grease halal, Crude Palm Oil (CPO), waktu pengadukan, stabilitas, karakteristik fisik

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan salah satu komoditas strategis Indonesia yang sangat penting bagi perekonomian Indonesia. CPO (*Crude Palm Oil*) sebagai produk utama kelapa sawit telah digunakan secara luas dalam industri pangan dan nonpangan. Namun, CPO yang berasal dari tangki timbun sering kali memiliki kualitas yang lebih rendah dibandingkan dengan CPO segar, karena dapat terkontaminasi dengan bahan-bahan asing atau mengalami degradasi akibat proses penyimpanan yang tidak optimal (Ong et al., 2025). Proses pemurnian yang lebih intensif, seperti bleaching dan deodorizing, diperlukan untuk menghilangkan warna alami, bau, dan pengotor yang dapat memengaruhi kualitas produk akhir (Breitner, 2014). Dalam konteks ini, penelitian ini berfokus pada pengembangan food grade grease halal berbasis CPO dari tangki timbun PT. ABC, yang memiliki tantangan kualitas tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan ini dengan mengevaluasi pengaruh variasi waktu pengadukan terhadap stabilitas dan karakteristik fisik food grade grease, untuk memastikan bahwa produk akhir tetap memenuhi standar kualitas dan prinsip halal yang diinginkan.

Meskipun banyak penelitian yang membahas aspek teknis dalam formulasi *food grade grease*, masih terdapat celah penelitian terkait pengaruh waktu pengadukan terhadap stabilitas fisik produk, khususnya dalam hal pembentukan struktur sabun yang berfungsi sebagai pengental. Fokus utama penelitian ini tidak hanya terletak pada eksplorasi waktu pengadukan itu sendiri, tetapi juga pada kajian sistematis mengenai bagaimana variasi waktu pengadukan memengaruhi pembentukan struktur sabun natrium, yang merupakan pengental utama dalam formulasi *grease* berbasis CPO (Kurnia et al., 2016). Pembentukan jaringan sabun natrium yang homogen akan mempengaruhi stabilitas fisik, seperti titik leleh, tekstur, dan kestabilan emulsi produk, yang menjadi parameter kritis dalam produk pelumas pangan yang aman, stabil, dan sesuai dengan regulasi halal (Suryono et al., 2018; Suganda et al., 2024).

Pemilihan NaOH dan asam stearat sebagai bahan pengental dalam formulasi *grease* halal didasarkan pada kemampuan keduanya untuk membentuk sabun natrium, yang merupakan sistem pengental yang efektif dan ramah lingkungan. Sodium *soap* terbukti memiliki kestabilan mekanik yang baik serta memiliki sifat viskoelastis yang diperlukan untuk menghasilkan *grease* dengan performa tinggi dalam aplikasi industri pangan (Indriani et al., 2024). Selain itu, NaOH dan asam stearat adalah bahan yang secara luas diterima dalam industri halal karena tidak melibatkan bahan-bahan yang dilarang dalam produk berbasis syariah (Ruhibnur et al., 2020).

Formulasi *food grade grease* berbasis CPO diharapkan memiliki karakteristik fisik yang memenuhi standar kualitas, seperti titik leleh yang sesuai, pH yang stabil, kestabilan warna dan emulsi, serta tekstur yang halus dan homogen. Karakteristik-karakteristik ini sangat penting dalam menentukan kinerja *grease* dalam aplikasi pangan, karena kualitas fisik yang baik akan mempengaruhi daya tahan dan efektivitas pelumas dalam peralatan pengolahan pangan (Aliyu Yaro et al., 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa formulasi *grease* berbasis minyak nabati, terutama yang mengandung CPO, dapat memiliki kestabilan oksidatif dan termal yang baik apabila prosesnya dioptimalkan (Saini et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam mengembangkan *food grade grease* halal berbasis CPO yang tidak hanya memenuhi kriteria teknis, tetapi juga berdaya saing di pasar global yang semakin berkembang.

Dengan mengatasi tantangan dalam pengolahan CPO tangki timbun dan memahami lebih dalam bagaimana waktu pengadukan mempengaruhi struktur sabun dan stabilitas fisik, penelitian ini diharapkan dapat memperkuat dasar ilmiah dalam pengembangan produk halal berbasis minyak sawit yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Temuan dari penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri dalam menciptakan produk pelumas pangan yang aman, berkualitas, dan sesuai dengan prinsip halal.

## MATERI DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2024 di Laboratorium Bioproses dan Bioenergi serta Laboratorium Pengujian, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut. Pemilihan lokasi laboratorium didasarkan pada ketersediaan peralatan yang memadai untuk proses formulasi dan pengujian *food grade grease* berbasis *Crude Palm Oil* (CPO).

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi neraca analitik, *hotplate*, gelas beaker, gelas ukur, cawan petri, pipet tetes, spatula, batang pengaduk, *magnetic stirrer*, dan alat sentrifugasi. Bahan utama yang digunakan adalah *Crude Palm Oil* (CPO) yang diperoleh dari tangki timbun PT. ABC, *bleaching earth* sebagai bahan pemucat, natrium hidroksida (NaOH) sebagai katalis basa, asam stearat sebagai agen pengental, serta asam asetat (cuka) sebagai agen pengatur pH.

### Prinsip Halal dalam Proses Penelitian

Selama proses penelitian, prinsip halal diterapkan dengan memastikan bahwa semua bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan, serta proses pembuatan, tidak mengandung unsur yang diharamkan dalam syariat Islam. Bahan pengental yang digunakan, yaitu NaOH dan asam stearat, adalah bahan yang diakui aman dan sesuai dengan regulasi halal, tidak mengandung unsur haram, dan bebas dari bahan yang tidak disetujui dalam produk halal (Suryono et al., 2018; Huzaifah et al. 2024). Penggunaan bahan baku dan bahan tambahan yang memenuhi standar halal ini memastikan bahwa *food grade grease* yang dihasilkan sesuai dengan prinsip syariah, aman untuk digunakan dalam industri pangan, dan memenuhi regulasi yang berlaku.

### Metode Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan proses *bleaching* CPO menggunakan *bleaching earth* untuk menurunkan intensitas warna dan meningkatkan kejernihan minyak (Suhartini et al., 2021). Selanjutnya dilakukan formulasi *food grade grease* dengan mencampurkan CPO, NaOH, asam stearat, dan asam asetat. Proses pengadukan dilakukan dengan variasi waktu 15, 30, dan 45 menit menggunakan *magnetic stirrer* untuk mengevaluasi pengaruh lama pengadukan terhadap karakteristik fisik dan stabilitas produk

### Hipotesis yang Diuji dengan ANOVA

Hipotesis yang diuji dalam penelitian ini adalah:

- Hipotesis nol ( $H_0$ ): Tidak ada perbedaan signifikan pada karakteristik fisik (pH, titik leleh, warna, aroma, tekstur) dan stabilitas emulsi antara variasi waktu pengadukan (15, 30, dan 45 menit).
- Hipotesis alternatif ( $H_1$ ): Ada perbedaan signifikan pada karakteristik fisik dan stabilitas emulsi antara variasi waktu pengadukan.

Uji ANOVA digunakan untuk menguji hipotesis ini, karena ANOVA memungkinkan perbandingan antara lebih dari dua kelompok perlakuan (waktu pengadukan 15, 30, dan 45 menit) untuk menentukan apakah variasi waktu pengadukan berpengaruh signifikan terhadap variabel-variabel yang diuji.

### Asumsi yang Perlu Dipenuhi dalam Uji ANOVA

Uji ANOVA yang digunakan dalam penelitian ini mengharuskan pemenuhan beberapa asumsi penting:

- Asumsi Homogenitas: Variansi antar kelompok perlakuan harus seragam. Uji Levene digunakan untuk menguji homogenitas variansi.
- Asumsi Normalitas: Data hasil uji organoleptik diharapkan terdistribusi normal, yang akan diuji melalui uji normalitas sebelum melakukan analisis ANOVA.
- Asumsi Independensi: Penilaian yang diberikan oleh setiap panelis harus independen, tanpa adanya pengaruh langsung dari panelis lain.

### **Pengujian Organoleptik dan Alasan Pemilihan Panelis**

Pengujian organoleptik dilakukan dengan melibatkan 30 panelis yang terlatih, yang dipilih berdasarkan pengalaman mereka dalam menilai produk berdasarkan parameter yang relevan, seperti warna, aroma, dan tekstur. Pemilihan jumlah panelis sebanyak 30 orang didasarkan pada standar yang direkomendasikan untuk uji hedonik yang memungkinkan analisis data yang representatif dan valid. Panelis yang terlatih memiliki kemampuan untuk memberikan penilaian yang konsisten dan objektif sesuai dengan skala yang ditentukan (Suryono et al., 2018).

### **Proses Pengadukan dan Variasi Waktu**

Proses pembuatan *food grade grease* dimulai dengan pemurnian CPO menggunakan *bleaching earth*, yang bertujuan untuk mengurangi pengotor dan meningkatkan kejernihan. Selanjutnya, CPO dicampur dengan bahan tambahan seperti NaOH, asam stearat, dan asam asetat dengan variasi waktu pengadukan selama 15, 30, dan 45 menit. Pengadukan dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* untuk memastikan distribusi yang homogen antara bahan-bahan.

### **Pengujian Karakteristik *Food Grade Grease***

#### Uji pH

Sebanyak 1 gram sampel *grease* diencerkan dengan 10 mL akuades, kemudian diukur pH-nya menggunakan pH meter pada kedalaman elektroda 0,5 cm. Parameter pH digunakan untuk memastikan keamanan serta kestabilan produk (Assrorudin et al., 2020).

#### Uji Titik Leleh (*Dropping point*)

Pengujian titik leleh dilakukan dengan memotong sampel berukuran 1×1 cm dan menempatkannya pada cawan petri berbahan stainless steel. Cawan kemudian dipanaskan menggunakan metode indirect heating dengan media parafin. Suhu pada saat sampel mulai mencair hingga meleleh sempurna dicatat sebagai titik leleh (Ruhibnur et al., 2020).

#### Uji Organoleptik dan Analisis ANOVA

Uji organoleptik dilakukan dengan melibatkan 30 panelis terlatih untuk menilai warna, aroma, dan tekstur menggunakan skala hedonik 1–9 (1 = amat sangat tidak suka; 9 = amat sangat suka). Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ( $p < 0,05$ ) untuk mengetahui signifikansi pengaruh lama pengadukan (Suryono et al., 2018).

#### Uji Kestabilan Emulsi

Kestabilan emulsi diamati secara visual selama 6 minggu penyimpanan. Parameter yang diamati meliputi adanya pemisahan fase, flokulasi, koalesensi, dan kremasi. Produk dengan kestabilan emulsi yang baik diharapkan tidak menunjukkan adanya pemisahan fase selama penyimpanan (Aldila et al., 2023).

#### Uji Kestabilan Warna

Perubahan warna *grease* diamati secara visual dan menggunakan colorimeter setiap minggu selama 6 minggu penyimpanan. Hasil pengamatan digunakan untuk mengevaluasi degradasi warna yang berpengaruh pada kualitas produk (Aldila et al., 2023).

#### Uji Warna RGB

Analisis Warna dilakukan dengan pendekatan sistem RGB (*Red, Green, Blue*), yaitu pengukuran intensitas warna dasar untuk menentukan konsistensi warna produk secara kuantitatif. Penggunaan sistem RGB dinilai lebih objektif dibandingkan pengamatan visual semata (Ruhibnur et al., 2020).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pengujian karakteristik *food grade grease* berbasis CPO dari tangki timbun PT. ABC yang menggunakan variasi waktu pengadukan (15, 30, dan 45 menit). Uji dilakukan pada beberapa parameter penting, termasuk warna, pH, titik leleh, dan uji organoleptik (warna, aroma, dan tekstur). Selain itu, kestabilan emulsi dan warna juga diamati selama enam minggu penyimpanan untuk mengevaluasi daya tahan produk.

Tabel 1. Ringkasan hasil pengujian *food grade grease* dengan variasi waktu pengadukan

Parameter Uji	F0 (Komersial)	F1 (15 menit)	F2 (30 menit)	F3 (45 menit)	Signifikansi (p-value)
Warna	Putih (#E9E2EA)	Kuning kecoklatan (#CDA511)	Kuning (#E6D60C)	Kuning pucat (#D7E880)	-
pH	8,25	9,33	9,22	9,06	p < 0.05
Titik Leleh (°C)	145	148	152	158	p < 0.05
Warna Organoleptik	6,3c	4,6a	5,2b	6,9d	p < 0.05
Aroma Organoleptik	6,6c	4,9a	5,6b	7,2d	p < 0.05
Tekstur Organoleptik	6,7c	5,1a	-	7,1d	p < 0.05
Kestabilan Emulsi	Stabil	Stabil	Stabil	Stabil	-
Kestabilan Warna	Stabil	Stabil	Stabil	Stabil	-

(Sumber: data primer)

Dari hasil analisis ANOVA yang dilakukan pada karakteristik organoleptik (warna, aroma, tekstur), ditemukan bahwa terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0.05$ ) antara perlakuan waktu pengadukan (15, 30, dan 45 menit). Pengaruh yang signifikan juga terlihat pada parameter pH dan titik leleh, yang menunjukkan bahwa variasi waktu pengadukan berperan penting dalam menentukan kualitas fisik produk (Mayasari et al., 2019). Namun, untuk kestabilan emulsi dan warna, tidak ditemukan perbedaan signifikan antara ketiga perlakuan waktu pengadukan, yang menunjukkan bahwa kedua parameter ini stabil selama penyimpanan enam minggu.

#### Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap pH dan Titik Leleh

Pengujian organoleptik menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada warna, aroma, dan tekstur *grease* yang dipengaruhi oleh variasi waktu pengadukan. Warna yang lebih cerah pada pengadukan 45 menit (F3) mengindikasikan efektivitas deodorisasi dan penghilangan komponen volatil yang mengganggu, yang sesuai dengan temuan yang dilaporkan oleh (Kurnia et al., 2016) dan (Suryono et al., 2018). Aroma yang lebih netral pada F3 juga menunjukkan bahwa pengadukan lebih lama mengurangi bau yang tidak diinginkan, sementara tekstur yang lebih halus mencerminkan distribusi pengental yang lebih merata.

#### Kestabilan Emulsi dan Warna

Kestabilan emulsi dan warna seluruh formulasi tetap terjaga selama enam minggu penyimpanan tanpa menunjukkan tanda-tanda pemisahan fase atau perubahan warna. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada variasi waktu pengadukan, proses pemurnian dan pengadukan yang baik dapat menghasilkan *grease* dengan stabilitas yang baik, yang sangat penting untuk aplikasi pangan (Odusote et al., 2023). Stabilitas ini juga mencerminkan keberhasilan dalam membentuk struktur pengental yang stabil yang tidak terpengaruh oleh waktu penyimpanan yang lama (Zaliha et al., 2018).

### Implikasi Praktis

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengadukan selama 45 menit (F3) adalah kondisi optimal untuk menghasilkan *food grade grease* halal berbasis CPO dengan karakteristik fisik dan stabilitas terbaik. Pengadukan lebih lama meningkatkan kualitas produk, dengan pH yang lebih mendekati netral, titik leleh yang lebih tinggi, dan kualitas organoleptik yang lebih baik (Abdelmalik, 2014). Oleh karena itu, waktu pengadukan 45 menit dapat dijadikan acuan dalam skala industri untuk memproduksi *food grade grease* halal yang aman, stabil, dan sesuai dengan standar produk halal. Temuan ini memberikan kontribusi praktis bagi industri dalam mengembangkan pelumas pangan yang tidak hanya memenuhi standar teknis, tetapi juga sesuai dengan prinsip halal, berkelanjutan, dan aman untuk konsumsi.

### KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi waktu pengadukan berpengaruh signifikan terhadap kualitas *food grade grease* berbasis CPO. Pengadukan selama 45 menit menghasilkan produk dengan pH yang lebih stabil, titik leleh yang lebih tinggi, dan kualitas organoleptik yang lebih baik. Pengaturan waktu pengadukan yang tepat dapat menjadi kunci dalam memproduksi *food grade grease* halal dengan karakteristik fisik yang optimal, dan hasilnya dapat diterapkan dalam skala industri untuk pengembangan produk yang lebih aman dan berkualitas.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmalik, A. A. (2014). Chemically modified palm kernel oil ester: A possible sustainable alternative insulating fluid. *Sustainable Materials and Technologies*, 1, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2014.06.001>
- Aldila, S., Bellacaesa, V., Saptawati, T., & Dewi, R. M. (2023). Formulasi dan evaluasi sediaan hand cream ekstrak etanol brokoli (*Brassica oleracea* L.). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1238–1242. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.198>
- Aliyu Yaro, N. S., Sutanto, M. H., Habib, N. Z., Napiah, M., Usman, A., Jagaba, A. H., & Al-Sabaei, A. M. (2022). Application and circular economy prospects of palm oil waste for eco-friendly asphalt pavement industry: A review. In *Journal of Road Engineering* (Vol. 2, Issue 4, pp. 309–331). KeAi Publishing Communications Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2022.10.001>
- Assrorudin, A., Ruhibnur, R., Rosmalinda, R., Kurniawan, T., & Susanto, A. (2020). Karakteristik Mutu Food Grade Grease Ramah Lingkungan Berbahan Baku Minyak Bekas Penggorengan. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 7(2), 101–111. <https://doi.org/10.34128/jtai.v7i2.93>
- Breitner, A. (2014). INTERNATIONAL REGULATIONS FOR FOOD GRADE LUBRICANTS. *Food-Grade Grease*.
- Huzaifah, A. H., Ginantaka, A., & Delfitriani. (2024). Analisis pengaruh label halal, kemasan, dan social media engagement terhadap keputusan pembelian produk es krim Mixue. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 18(2), 137–146. <https://doi.org/10.24198/jt.vol18n2.8>
- Indriani, M. R., Arrahman, N., Dini, V. M., Rahmawati, Y., & Darmawan, N. (2024). Challenges and opportunities for workforce skills in halal agri-food sector to meet global market demands through Halalink application. *Halal Studies and Society*, 2(1), 11–13. <https://doi.org/10.29244/hass.2.1.11-13>
- Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016). Advances in biofuel production from oil palm and palm oil processing wastes: A review. In *Biofuel*

- Research Journal* (Vol. 3, Issue 1, pp. 332–346). Green Wave Publishing of Canada. <https://doi.org/10.18331/BRJ2016.3.1.3>
- Kurnia Yahya, A., Nurmalasari, E., Puspita Aini, A., Khairati, M., Jung, S., Ash Shiddieqy Bahlawan, Z., Desiriani, R., & Yanuar Maulana, A. (n.d.). *Optimization of Crude Palm Oil Bleaching Process Using Nano SiO<sub>2</sub>-Bleaching Earth: A Sustainable Approach for Enhanced Quality and Efficiency*. <https://ssrn.com/abstract=5342338>
- Mayasari, E. J., Bakri, R., & Fibria, M. (2019). The effect of antioxidant additives on the characteristics of food-grade grease using castor oil (*Ricinus communis* L.) as the base oil. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 496(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/496/1/012060>
- Negi, P., Singh, Y., & Tiwari, K. (2021). A review on the production and characterization methods of bio-based lubricants. *Materials Today: Proceedings*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.1211>
- Odusote, J., Oni, H., Adeleke, A., Ikubanni, P., Omoniyi, P., Jen, T. C., & Akinlabi, E. (2023). Production and Performance Evaluation of Shea Butter-Based Lubricating Grease. *E3S Web of Conferences*, 430. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343001297>
- Ong, Y. H., Song, C. P., Choo, W. S., Lee, Y. Y., Qua, K. S., Quek, W. P., & Chan, E. S. (2025). Fatty acid esters of 3-monochloropropane-1,2-diol and glycidol in palm oil: A review on current industrial-scale mitigation strategies, challenges and perspectives. In *Food Research International* (Vol. 202). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115697>
- Ruhibnur, R., Kurniawan, T., Susanto, A., Pengelolaan Hasil Perkebunan, J., Negeri Ketapang, P., Ranga Sentap-Dalong, J., Sukaharja, K., Delta Pawan, K., Ketapang, K., Barat, K., & Teknik Informatika, J. (2020). *Karakteristik Food Grade Grease Selama Penyimpanan dengan Penambahan Antioksidan Alami Ekstrak Buah Pedada (Sonneratia caseolaris) Characteristics Of Food Grade Grease During Storage With The Addition Of Natural Antioxidants Pedada Fruiet Ekstrak (Sonneratia caseolaris)*. 7(2).
- Săpunaru, O. V., Sterpu, A. E., Vodounon, C. A., Nasr, J., Duşescu-Vasile, C., Osman, S., & Koncsag, C. I. (2024). Lubricating Greases from Fried Vegetable Oil—Preparation and Characterization. *Lubricants*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/lubricants12060197>
- Suganda, A. R., Ginantaka, A., & Delfitriani, D. (2024). Analisis Pemahaman Masyarakat Terhadap Kewajiban Sertifikasi Halal pada Produk Makanan dan Minuman Skala UMK di Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(2), 13–34. <https://doi.org/10.30997/jiph.v6i2.15627>
- Sugiharto, R., Hidayati, S., & Cholikh, R. (2019). Application of response surface methodology to evaluate biodiesel production from spent bleaching earth by in situ transesterification process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 230(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/230/1/012074>
- Suryono, C., Ningrum, L., & Dewi, T. R. (2018). Uji Kesukaan dan Organoleptik Terhadap 5 kemasan dan Produk Kepulauan Seribu Secara Deskriptif. *Jurnal Pariwisata*, 5(2). <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jp>
- Tan, B. A., Nair, A., Zakaria, M. I. S., Low, J. Y. S., Kua, S. F., Koo, K. L., Wong, Y. C., Neoh, B. K., Lim, C. M., & Appleton, D. R. (2023). Free Fatty Acid Formation Points in Palm Oil Processing and the Impact on Oil Quality. *Agriculture (Switzerland)*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture13050957>

- Wang, W., Qian, S., Gong, L., Ni, Z., & Ren, H. (2021). Effects of carbon nano onions on the tribological performance of food-grade calcium sulfonate complex grease. *Lubrication Science*, 33(8). <https://doi.org/10.1002/ls.1567>
- Zaliha, O., Elina, H., Sivaruby, K., Norizzah, A. R., & Marangoni, A. G. (2018). Dynamics of polymorphic transformations in palm oil, palm stearin and palm kernel oil characterized by coupled powder XRD-DSC. *Journal of Oleo Science*, 67(6), 737–744. <https://doi.org/10.5650/jos.ess17168>