

Pengaruh Surfaktan Polysorbate dan Lesitin Pada Pelumas Minyak Goreng Terhadap Temperatur Mesin dan Daya

Muhammad Rifqi Aditya Irawan^{1*}, Haris Puspito Buwono²

^{1,2} Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang

Korespondensi penulis: mrifqiaditya@email.com*

Abstract. Lubricating oil was one of the important things needed by the engine. Large temperature changes in the viscosity of lubricating oil would reduce the lubrication of engine parts, increase friction between metals, and cause engine parts to heat up quickly. Efforts to control this was by replacing mineral-based lubricating oils with environmentally friendly and biodegradable lubricating oil materials. The purpose of this study was to determine the effect of using a mixture of cooking oil and surfactants Polysorbate and Lecithin (2.5%, 5%, and 7.5%) as engine lubricants on the power and temperature produced by motorized vehicles. This research was quantitative experimental research. The dependent variables of this study were engine temperature and power. The control variables were a testing at room temperature, 4 stroke 125CC matic vehicle, and raw material using palm cooking oil. The test method used infrared thermo gun and Dyno test. The best result in this study was a mixture of cooking oil and Polysorbate 7.5%. It produced an average value of 2.98 HP at 6000 RPM engine speed, an average value of 7.02 HP at 7000 RPM engine speed, an average value of 6.99 HP at 8000 RPM engine speed, and an average value of 6.50 HP at 9000 RPM engine speed, with an average temperature value of 90.1°C in which the temperature measurement results were still below the average value of oil temperature with a difference of 6.5°C..

Keywords: Suractant, Temperature, Lubricant, Viscosity, Power

Abstrak. Minyak pelumas merupakan salah satu hal penting yang dibutuhkan oleh mesin. Perubahan temperatur yang besar pada kekentalan oli pelumas, akan mengurangi pelumasan bagian-bagian mesin, meningkatkan gesekan antar logam, dan menyebabkan bagian-bagian mesin cepat panas. Upaya untuk mengendalikannya yaitu dengan cara mengganti minyak pelumas berbahan mineral menjadi bahan minyak pelumas yang ramah lingkungan dan mudah tergradasi secara alami (biodegradable). Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh penggunaan campuran minyak goreng dan surfaktan Polysorbate dan Lesitin (2,5%, 5%, dan 7,5%) sebagai pelumas mesin terhadap daya dan temperatur yang dihasilkan kendaraan bermotor. Metode penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif eksperimental. Variabel terikat penelitian ini adalah temperatur mesin dan daya. Variabel kontrolnya adalah pengujian pada suhu ruang, kendaraan matic 4 tak 125CC, dan Raw Material menggunakan minyak goreng kelapa sawit. Metode pengujian menggunakan thermo gun infrared dan Dyno test. Hasil terbaik pada penelitian ini adalah campuran minyak goreng dan Polysorbate 7,5%, menghasilkan nilai rata-rata sebesar 2,98 HP pada putaran mesin 6000 RPM, nilai rata-rata sebesar 7.02 HP pada putaran mesin 7000 RPM, nilai rata-rata sebesar 6,99 HP pada putaran mesin 8000 RPM, dan nilai rata-rata sebesar 6,50 HP pada putaran mesin 9000 RPM, dengan dengan nilai rata-rata temperatur sebesar 90,1°C yang mana hasil pengukuran temperatur tersebut masih di bawah nilai rata-rata temperatur oli dengan selisih 6,5°C..

Kata kunci: Surfaktan, Temperatur, Pelumas, Viskositas, Daya

1. LATAR BELAKANG

Pelumas merupakan zat kimia yang pada umumnya berupa cairan yang diberikan di antara dua benda bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Sedangkan pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi (Sukirno, 2010). Bahan dasar minyak pelumas (base oil) yang saat ini tersedia terbuat dari minyak bumi dan umumnya disebut pelumas mineral, sedangkan yang disintesis secara kimia disebut pelumas sintetik. Namun, pelumas mineral dan pelumas

Received: Juni 12,2024; Revised: Juni 26, 2024; Accepted: Juli 15, 2024; Online Available: Juli 17, 2024;

* Muhammad Rifqi Aditya Irawan, mrifqiaditya@email.com

Goreng Terhadap Temperatur Mesin dan Daya sintesis pada akhirnya menyebabkan masalah pencemaran lingkungan, dan menyebabkan ketersediaan minyak bumi menjadi semakin menipis. Ketersediaan bahan baku pelumas yang berasal dari minyak mineral pun juga terbatas jumlahnya dan tidak bisa diprediksi sampai kapan (Triaji et al., 2017). Hal ini membuat masyarakat mulai menggunakan bahan minyak pelumas yang ramah lingkungan dan mudah tergradasi secara alami (*biodegradable*), seperti minyak goreng kelapa sawit.

Kelapa Sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati yang banyak dipergunakan oleh masyarakat di Indonesia, salah satunya yaitu minyak goreng (Yani & Irawan, 2019). Indonesia menjadi negara penghasil dan pengeksport Minyak Kelapa Sawit terbesar dunia. Berdasarkan data Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) produksi kelapa sawit meningkat Juli 2022 sebesar 27.303 ribu ton, menjadi 32.066 ribu ton YTD Juli 2023. Salah satu hasil dari pengolahan minyak kelapa sawit adalah minyak goreng. Dalam dunia otomotif, minyak goreng kelapa sawit juga dapat digunakan sebagai alternatif pelumas kendaraan. Hingga saat ini, di Indonesia, penelitian sintesa pelumas dari minyak nabati khususnya minyak kelapa sawit belum menjadi hal yang menarik untuk dijadikan sebuah penelitian, apalagi karena sudah menjadi kebijakan nasional dan diproduksi secara komersial. Kebutuhan penggunaan minyak pelumas di Indonesia sebanyak 987 juta kiloliter pertahunnya, dan sekitar 40% dari pelumas tersebut akan dibuang ke lingkungan dan menjadilimbah B3 yang tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini dipilihnya minyak nabati dengan campuran $C_{64}H_{124}O_{26}$ dan $C_{42}H_{80}NO_8P$ sebagai minyak pelumas diharapkan mendapat hasil yang lebih baik dari minyak pelumas komersial.

2. KAJIAN TEORITIS

Pelumas

Pelumas atau yang sering disebut oli adalah suatu zat kimia, biasanya berupa cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gesekan. Pelumas merupakan salah satu bagian terpenting dan tidak terpisahkan pada suatu mesin atau kendaraan. Kebutuhan pelumas di Indonesia saat ini semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi kendaraan bermotor dan mesin industri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik dan Gabungan Industri Otomotif, konsumsi pelumas di Indonesia meningkat sekitar 10,1% per tahun (Hasan Ramdani et al., 2021).

Tabel 1. Konsumsi Pelumas di Indonesia

Tahun	Konsumssi Pelumas (juta liter)
2012	703,5
2019	855,1
2020	908
2021	1300

(Sumber: GAPKI)

Surfaktan Polysorbate

Tween 80 adalah sekelompok polisorbate. Tween 80 adalah cairan berminyak berwarna kuning. Tween 80 atau Polisorbate 80 adalah pengemulsi, surfaktan nonionik, pelarut, zat pembasah dan zat pensuspensi. Secara garis besar, Tween 80 digunakan dalam formulasi kosmetik, makanan, dan formulasi farmasi oral, parenteral, dan topikal. Tween 80 memiliki nilai HLB 15. Tween 80 adalah surfaktan hidrofilik yang biasa digunakan sebagai pengemulsi dalam pembuatan emulsi minyak dalam air. Tween 80 adalah bahan tidak beracun (Prabandari, 2015).

Surfaktan Lesitin

Lesitin atau fosfatidilkolin ($C_{42}H_{80}NO_8P$) merupakan campuran berbagai kelas fosfolipid seperti fosfatidletanolamin (PE), fosfatidilkolin (PC), dan fosfatidiltinositol (PI). Lesitin terdiri dari satu bagian yang bersifat hidrofilik atau mampu menarik air dan bagian lainnya bersifat lipofilik atau mampu menarik lemak. Bagian hidrofilik terdiri dari fosfat polar, dan bagian lipofilik terdiri dari dua rantai asam lemak nonpolar (Masturoh & Anggita, 2018).

Tabel 2. Kandungan Lesitin Kedelai

Komposisi	Jumlah%
Fosfatidilkolin	19-21
Phosphatidylethanolamine	8-20
Phosspatides lainnya	5-11
Minyak Kedelai	33-35
Sterol	2-5
Karbohidrat	5
Kadar Air	1

Daya

Daya adalah tenaga atau energi yang dikeluarkan secara terus menerus oleh suatu mesin untuk mencapai kecepatan maksimum (top speed) dalam jangka waktu tertentu, biasanya dalam satuan horsepower (HP) atau kilowatt (Kw) (Akbar, 2019). Perhitungan daya dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$N_e = \frac{2\pi NT}{60}$$

N_e = Daya efektif (Kw) N = Putaran mesin (RPM) T = Torsi (Nm)

$$1 \text{ Hp} = 0,7355 \text{ Kw dan } 1 \text{ Kw} = 1,36 \text{ Hp}$$

Temperatur Mesin

Temperatur mesin yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor. Proses pembakaran di ruang bakar, komponen-komponen di dalam mesin yang saling bergesekan, bertumbukan, merupakan salah satu penyebab sumber dari perubahan suhu yang terjadi pada mesin. Temperatur mesin yang dimaksud disini bukan merupakan kondisi suhu di ruang bakar, tetapi hanya merupakan konduksi dari ruang bakar saat terjadi proses pembakaran. Temperatur mesin bisa juga dipengaruhi pada saat mesin melakukan proses kerja dalam setiap siklusnya.

Selain itu temperatur mesin dipengaruhi juga oleh jenis bahan bakar yang digunakan, jenis oli yang digunakan, spesifikasi motor itu sendiri seperti: kapasitas mesin, volume ruang bakar, tekanan kompresi, perbandingan kompresi, lain-lain.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen (experimental research) yang mana jenis penelitian ini termasuk metode kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan campuran minyak goreng dan surfaktan $C_{64}H_{124}O_{26}$ dan $C_{42}H_{80}NO_8P$ dengan presentase (2,5%, 5% dan 7,5%) sebagai pelumas mesin terhadap daya dan temperatur mesin yang dihasilkan kendaraan bermotor pada motor 125CC.

1. Waktu dan Tempat penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – Mei 2024. Sedangkan untuk tempat penelitian terletak di Jurusan Teknik Mesin dan Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang di Jl. Soekarno Hatta No. 9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141.

2. Variabel Penelitian

Di dalam penelitian, variabel adalah sebuah hal penting yang harus diperhatikan. Variabel pada penelitian yang dilakukan adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang dimaksud merupakan variabel yang akan diberi perlakuan sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang akan diobservasi dari percobaan yang dilakukan.

3. Variabel Bebas

1. Minyak goreng + Lesitin (2,5%, 5%, 7,5%);
2. Minyak goreng + Polysorbate (2,5%, 5%, 7,5%);
3. RPM 6000, 7000, 8000, 9000.

4. Variabel Terikat

1. Daya
2. Temperatur Mesin

5. Variabel Terkontrol

1. Kondisi mesin standart
2. Suhu ruang
3. Raw Material minyak goreng kelapa sawit

6. Setting Peralatan Penelitian



Gambar 1. Setting Peralatan Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdapat tiga jenis, yaitu pengujian spesifikasi, pengujian daya, dan pengujian temperatur. Pengujian daya dan pengujian temperatur mesin menggunakan kendaraan skywave 125CC.

Tabel 3. Hasil Pengujian spesifikasi sampel

	SPESIFIKASI											
	LESITIN 2,5%				LESITIN 5%				LESITIN 7,5%			
	1	2	3	RERATA	1	2	3	RERATA	1	2	3	RERATA
viskositas	92,741	92,225	90,680	91,882	89,649	90,680	91,710	90,680	90,16	88,61	91,71	90,16
massa jenis	0,917	0,911	0,905	0,911	0,913	0,91	0,914	0,912	0,915	0,917	0,918	0,917
kadar air	0,12	0,12	0,06	0,1	0,067	0,06	0,06	0,062	0,06	0,069	0,13	0,086
	POLYSORBATE 2,5%				POLYSORBATE 5%				POLYSORBATE 7,5%			
	1	2	3	RERATA	1	2	3	RERATA	1	2	3	RERATA
	viskositas	88,100	89,640	88,610	88,783	83,982	86,550	84,497	85,010	81,92	82,43	82,95
m jenis	0,909	0,911	0,912	0,911	0,911	0,914	0,914	0,913	0,916	0,914	0,916	0,915
k air	0,11	0,11	0,06	0,093	0,140	0,070	0,070	0,093	0,14	0,07	0,078	0,096
	MG				OLI				AGING			
	1	2	3	RERATA	1	2	3	RERATA	1	2	3	RERATA
	viskositas	75,730	80,375	83,460	79,855	143,233	161,781	171,055	158,689	91,710	92,225	87,588
m jenis	0,92	0,91	0,9	0,91	0,86	0,87	0,86	0,863	0,9	0,912	0,91	0,907
k air	0,117	0,117	0,09	0,108	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,07	0,1	0,093

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai viskositas tertinggi pada Pelumas SAE 10W-40 dengan nilai rata-rata sebesar 158,689 Ns/m², kemudian Minyak Goreng + Lesitin 2,5% dengan nilai rata-rata sebesar 91,882 Ns/m², dan jenis campuran Minyak Goreng

dengan Polysorbate yang paling tinggi ialah campuran Minyak Goreng + Polysorbate 2,5% dengan nilai rata-rata sebesar 88,79 Ns/m².

Tabel 4. Hasil Pengujian Daya

RPM	SURFAKTAN TERHADAP DAYA									
	OLI	MG	L2,5	L5	L7,5	P2,5	P5	P7,5	AGING	
6000	5,95	2,00	4,72	5,50	5,49	1,64	1,60	1,97	5,94	
	4,75	1,57	4,84	5,73	6,59	1,87	2,21	2,27	5,95	
	2,31	1,97	4,98	5,01	5,58	1,19	2	4,71	6,73	
RERATA	4,34	1,85	4,85	5,41	5,89	1,57	1,94	2,98	6,21	
7000	6,23	7,08	6,67	6,34	6,65	6,84	6,74	7	6,82	
	6,34	6,82	5,98	6,68	6,50	7,00	6,89	7,15	7,17	
	6,27	6,99	6,59	6,51	6,49	7,13	7,13	6,90	7,02	
RERATA	6,28	6,96	6,41	6,51	6,55	6,99	6,92	7,02	7,00	
8000	5,70	7,89	6,19	5,87	5,87	6,47	6,41	6,75	7,19	
	5,62	7,68	5,72	5,84	5,50	6,49	6,49	6,84	6,51	
	5,93	6,81	6,13	5,64	5,84	6,67	6,54	7,38	7,46	
RERATA	5,75	7,46	6,01	5,78	5,74	6,54	6,48	6,99	7,05	
9000	5,16	7,17	4,74	4,68	4,54	5,81	5,64	6,23	6,68	
	5,08	6,42	4,68	4,65	4,43	5,38	5,26	6,01	5,21	
	5,11	6,16	4,61	5,04	4,61	5,87	5,95	7,26	6,63	
RERATA	5,12	6,58	4,68	4,79	4,53	5,69	5,62	6,50	6,17	

Tabel diatas menunjukkan hasil pengujian daya yang dihasilkan oleh sepeda motor Skywave 125CC dengan berbagai variasi jenis pelumas Oli SAE 10W-40, Minyak Goreng, Minyak Goreng + Lesitin 2,5%, Minyak Goreng + Lesitin 5%, Minyak Goreng + Lesitin 7,5%, Minyak Goreng + Polysorbate 2,5%, Minyak Goreng + Polysorbate 5%, Minyak Goreng + Polysorbate 7,5%, dan Minyak Goreng + Polysorbate 7,5% dengan perlakuan pemanasan 200° selama 1,5jam. Pada putaran mesin 6000 RPM, penggunaan Oli SAE 10W – 40 menghasilkan daya sebesar 4,34 Hp, untuk jenis campuran surfaktan tertinggi yaitu campuran Minyak Goreng + Lesitin 7,5% dengan nilai rata-rata sebesar 5,89 Hp, ini lebih baik 1,55 Hp dari Oli SAE 10W-40, kemudian untuk jenis campuran surfaktan tertinggi Polysorbate yaitu Minyak Goreng + Polysorbate 7,5% dengan nilai sebesar 2,98 Hp. Pada RPM tertinggi (9000 RPM), nilai daya yang dihasilkan oleh Oli SAE 10W – 40 menghasilkan daya sebesar 5,12 Hp, kemudian untuk jenis campuran surfaktan tertinggi yaitu pada campuran Minyak Goreng + Polysorbate 7,5% dengan nilai sebesar 6,50 Hp ini lebih baik 1,38 Hp dari Oli SAE 10W-40, kemudian untuk jenis campuran surfaktan tertinggi Lesitin yaitu campuran Minyak Goreng + Lesitin 7,5% dengan nilai rata-rata sebesar 4,53 Hp.

Tabel 5. Hasil pengujian temperatur mesin

	TEMPERATUR									
	OLI	MG	L2,5	L5	L7,5	P2,5	P5	P7,5	AGING	
1	89,7	88,2	94,6	98,5	100,4	84,1	86,4	88,5	92,7	
2	99,8	89,1	97,3	99,6	109,6	85,5	87,1	89,5	97,4	
3	100,4	100,8	98,2	103,9	111,1	89	91,2	92,3	103	
RERATA	96,6	92,7	96,7	100,7	107,0	86,2	88,2	90,1	97,7	

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa pengujian temperatur yang dihasilkan oleh variasi jenis pelumas Oli SAE 10W-40, Minyak Goreng, Minyak Goreng + Lesitin 2,5%, Minyak Goreng + Lesitin 5%, Minyak Goreng + Lesitin 7,5%, Minyak Goreng + Polysorbate 2,5%, Minyak Goreng + Polysorbate 5%, Minyak Goreng + Polysorbate 7,5%, dan Minyak Goreng + Polysorbate 7,5% dengan perlakuan pemanasan 200° selama 1,5jam dapat

disimpulkan bahwa rata-rata temperatur tertinggi dihasilkan oleh campuran Minyak Goreng + Lesitin 7,5% dengan nilai rata-rata sebesar 107°C, kemudian untuk nilai rata-rata temperatur tertinggi campuran Polysorbate sebesar 90,1 °C dari campuran Minyak Goreng + Polysorbate 7,5%, sedangkan untuk jenis pelumas Oli SAE 10W-40 menghasilkan nilai rata-rata sebesar 96,6 °C.

Analisis Data

Pada analisis variansi (ANOVA), kita dapat melihat statistik pengujian untuk setiap faktor dan interaksi dalam model. Model secara keseluruhan memberikan perbedaan yang signifikan. Pada penelitian ini menentukan nilai alpha yang digunakan 5% atau ($\alpha = 0,05$), nilai alpha merupakan pengaruh variabel terhadap hasil nilai spengujian daya motor dengan menggunakan dynotest, sebanyak 108 sampel. Pada setiap sampel dilakukan pengujian sebanyak tiga kali. Apabila nilai P-value (Peluang) $< 0,05$ berarti variabel bebas memiliki pengaruh dengan variabel terikat. Apabila nilai P-value (Peluang) $> 0,05$ berarti variabel bebas tidak memiliki pengaruh dengan variabel terikat. Dalam analisis linear, faktor-faktor linear (Jenis Pelumas dan RPM) juga menunjukkan perbedaan yang signifikan pada hasil pengujian. Faktor Jenis pelumas memiliki pengaruh yang signifikan dengan nilai kuadrat 16,33, rata rata kuadrat yang dihasilkan 2,0415, F-hitung sebesar 5,83, dan P-value (Peluang) sebesar 0,000. Pada faktor RPM juga mendapatkan hasil yang signifikan, yang memiliki nilai kuadrat sebesar 128,58, rata rata kuadrat yang dihasilkan 42,8589, F-hitung sebesar 122,42, dan P-value (Peluang) sebesar 0,000. Kedua faktor ini memiliki hasil yang signifikan pada variabel terikat pada hasil pengujian.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian yang berjudul , maka dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut:

Hasil daya menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh berbagai Jenis pelumas (OLI, Minyak Goreng, Minyak Goreng + Lesitin 2,5%, Minyak Goreng + Lesitin 5%, Minyak Goreng + Lesitin 7,5%, Minyak Goreng + Polysorbate 2,5%, Minyak Goreng + Polysorbate 5%, Minyak Goreng + Polysorbate 7,5%, dan Minyak Goreng + Polysorbate 7,5% dengan perlakuan pemanasan 200° selama 1,5jam) yang sudah digunakan mengalami peningkatan seiring meningkatnya RPM. Campuran yang baik untuk pelumas mesin dari bahan minyak goreng kelapa sawit agar mendapatkan daya yang tinggi dan konstan adalah Polysorbate karena cenderung lebih tinggi daripada Lesitin. Jumlah surfaktan yang ditambahkan juga dapat

mempengaruhi temperatur mesin yang dihasilkan. Temperatur mesin yang rendah dihasilkan dengan campuran surfaktan polysorbate 7,5%. Dengan nilai temperatur sebesar 86,2° 88,2° dan 90,1°

Saran

Karena masih terdapat banyak kekurangan pada penelitian ini, maka untuk penelitian selanjutnya, penyusun memberikan saran sebagai berikut:

1. Menambahkan aditif tambahan pada agar raw material minyak goreng agar pelumas dapat digunakan di suhu rendah serta dapat stabil pada suhu tinggi.
2. Diperlukan pengujian untuk ketahanan penggunaan jenis pelumas mengingat masa pemakaian pada kendaraan bermotor.
3. Diperlukan penelitian dengan menambahkan variasi parameter konsumsi bahan bakar agar mengetahui kebutuhan bahan bakar yang digunakan mengingat produk ini merupakan pelumas alternatif.

6. DAFTAR REFERENSI

- Akbar, R., & L. (2019). Analisis performa mesin menggunakan bahan bakar Pertamina, Pertamina Turbo, Shell Super, dan Shell V-Power. 1–8.
- Hasan Ramdani, D., Assahmi, N., Kurniawan, P., & Emutama, A. (2021). Perbandingan kinerja pelumas motor Supra X 100cc mineral dan sintetik pada uji jalan sampai 89,6 km. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 16(1), 1–3.
- Masturoh, I., & Anggita, N. (2018). Analisis pengaruh penambahan konsentrasi lesitin kedelai dan baking powder untuk memperbaiki kualitas kerupuk udang.
- Prabandari, S. D. (2015). Pengaruh Span 80 dan Tween 80 sebagai surfaktan terhadap sifat fisis dan stabilitas fisis emulsi ekstrak etanol biji kluwak dengan aplikasi desain faktorial. *NBER Working Papers*, 89. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w16019>
- Sukirno. (2010). Pelumasan dan teknologi pelumas. *Lecture Note Pelumasan dan Teknologi Pelumasan*, 87.
- Triaji, A. M. R., Amihardy, A., Nugrahani, & Ariatmi, R. (2017). Karakterisasi awal pelumas dari minyak goreng bekas yang telah diolah dan ditambah dengan bioaditif. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SEMNASTEK)*, November, 1–2.
- Yani, F., & Irawan, A. S. (2019). Sosialisasi penggunaan minyak goreng beku dari kelapa sawit di kalangan ibu-ibu rumah tangga di Desa Suka Raya, Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang, 3(1).