



**Chemical Engineering
Journal Storage**

homepage jurnal:
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

**Chemical
Engineering
Journal
Storage**

PENURUNAN KADAR FFA (*FREE FATTY ACID*) MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI TEMPURUNG KELAPA

Afifa Luthfia¹, Azhari¹, Suryati¹, Sulhatun¹, Meriatna¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: e-mail: azhari@unimal.ac.id

Abstrak

Crude palm oil atau CPO merupakan minyak kelapa sawit mentah yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau dari proses pengempaan daging buah kelapa sawit dan belum mengalami pemurnian. Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia mirip dengan kayu, yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 300 - 2000 m²/gram. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui faktor-faktor pengaruh penurunan FFA (free fatty acid) menggunakan adsorben dari tempurung kelapa dan mengetahui pengaruh dari banyak adsorben yang digunakan dan waktu adsorpsi terhadap penurunan FFA (free fatty acid) pada CPO (crude palm oil). Kandungan FFA (free fatty acid) awal adalah sebesar 16,00 % dan waktu adsorpsi yang digunakan adalah 30, 35, 40, dan 45 menit, pada waktu 30 menit terjadi penurunan asam lemak bebas sebesar 10,25%, 9,84% dan 8,97%. Untuk waktu 35 menit, penurunan asam lemak bebas sebesar 7,84%, 7,69%, dan 7,59%. Untuk waktu 40 menit, penurunan asam lemak bebas sebesar 7,17%, 6,92%, dan 6,56%. Untuk waktu 45 menit, penurunan asam lemak bebas sebesar 6,20%, 6% dan 5,64%. Variasi berat adsorben yang digunakan adalah 3 gram, 5 gram, dan 7 gram. Pada variasi berat adsorben 3 gram, penyerapan paling maksimal sebesar 6,20 %. Pada variasi berat adsorben 5 gram, penyerapan paling maksimal sebesar 6,00 %. Pada variasi berat adsorben 7 gram, penyerapan paling maksimal sebesar 5,64 %. Semakin lama waktu adsorpsi, maka kandungan FFA setelah proses adsorpsi semakin kecil. Makin banyak adsorben yang digunakan maka semakin besar luas permukaan kontak antara adsorben dengan CPO.

Kata kunci: Adsorben, Crude Palm Oil, Free Fatty Acid.

1. Pendahuluan

Kelapa sawit berasal dari Afrika Barat, nama latinnya adalah *Elaeis guineensis* yang dari awal mula ditemukan ternyata sudah diketahui mengandung kandungan minyak nabati nan kaya melebihi tanaman lainnya. Masuknya tanaman

ini pertama kali dibawa oleh pemerintah Hindia Belanda pada 1848. Awal mulanya hanya dibawa empat batang bibit sawit dan kemudian ditanam di Kebun Raya Bogor. Tanaman bibit yang dibawa berasal dari Mauritius (Bourbon) dan Hortus Botanicus, Amsterdam Belanda.

Crude palm oil atau CPO merupakan minyak kelapa sawit mentah yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau dari proses pengempaan daging buah kelapa sawit dan belum mengalami pemurnian. Kebutuhan minyak sawit sebesar 90% digunakan untuk bahan pangan seperti minyak goreng, margarin, *shortening*, pengganti lemak kakao dan untuk kebutuhan industri roti, coklat, es krim, biskuit, dan makanan ringan. Kebutuhan 10% dari minyak sawit lainnya digunakan untuk industri oleokimia yang menghasilkan asam lemak, *fatty alcohol*, gliserol, dan metil ester serta surfaktan.

Kelapa termasuk jenis *Palmae* yang bersel satu (monokotil). Buah kelapa umumnya hanya dimanfaatkan untuk kelapa sayur dan minyak goreng. Di beberapa tempat telah berkembang pula berbagai produk olahan dari kelapa dan hasil sampingnya, seperti *dessicated coconut*, *nata de coco*, serat sabut, dan arang aktif. Minyak kelapa murni terutama digunakan dalam bidang kesehatan dan kosmetik (Kresnadipayana et al., 2016).

Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia mirip dengan kayu, yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Tempurung kelapa biasanya digunakan sebagai bahan pokok dalam pembuatan karbon. Hal ini dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6500 – 7600 kkal/kg. Selain itu, tempurung kelapa juga cukup baik untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan karbon aktif karena memiliki kadar karbon yang cukup tinggi (Papatungan et al., 2018).

Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 300 - 2000 m²/gram. Luas permukaan yang sangat besar ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai struktur pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap (Dahlan et al., 2013).

Aktivasi karbon bertujuan untuk memperbesar luas permukaan arang dengan membuka pori-pori yang tertutup tar, hidrokarbon, dan zat-zat organik lainnya, sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi. Pada metode pengaktifan secara kimia, arang hasil karbonisasi biasanya direndam dalam larutan aktifasi lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu tinggi selama 1 – 2 jam. Beberapa bahan kimia yang dapat digunakan sebagai zat pengaktif, antara lain : H_3PO_4 , KOH , Na_2SO_4 , $ZnCl_2$, dan Na_2CO_3 (Pakiding, 2014)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti berkesimpulan untuk melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah tempurung kelapa yang digunakan sebagai pembuatan adsorben untuk penurunan kadar asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit.

2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah tempurung kelapa yang diperoleh dari pasar Krueng Geukuh, KOH 0,1 N, methanol, $NaOH$ 0,1 N, Indikator PP dan aquades. Peralatan yang digunakan adalah *furnace*, oven, buret dan lain-lain.

Penelitian ini terdiri dari tahap persiapan tempurung kelapa menjadi adsorben. Variasi percobaan dilakukan terhadap waktu adsorpsi dengan variasi yakni 30 menit, 35 menit, 40 menit dan 45 menit. Variasi percobaan juga dilakukan terhadap jumlah adsorben yang digunakan.

Pembuatan adsorben tempurung kelapa dimulai dengan pembakaran tempurung kelapa hingga menjadi arang dengan *furnace*, lalu di haluskan menggunakan *blender* dan di ayak menggunakan ayakan dengan ukuran 80 *mesh*. Kemudian dilanjutkan dengan proses aktivasi menggunakan senyawa kimia, pada penelitian ini menggunakan KOH , lalu dinetralkan menggunakan aquades dan di keringkan menggunakan oven hingga menjadi serbuk. Penurunan kadar *Free fatty acid* dapat diketahui dengan melakukan pengujian menggunakan metode titrasi.

Kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisa isotherm adsorpsi, yakni isotherm *Langmuir* dan isotherm *Freundlich*. Isotherm *freundlich* menggambarkan adsorpsi jenis fisika dimana adsorpsi terjadi pada beberapa lapis dan ikatannya

tidak kuat. Cara konvensional untuk menyatakan isoterm *freundlich* diberikan persamaan sebagai berikut, (Lempang, 2014)

$$Q_e = K_f \cdot C_e^{1/n} \quad (1)$$

Konstanta *freundlich* menunjukkan ikatan antara adsorbat dengan adsorben dan diperoleh dengan cara eksperimen. Untuk mendapatkan konstanta $K_f \cdot C_e^{1/n}$, maka perlu dilakukan linerisasi terhadap persamaan sebagai berikut:

$$\ln(Q_e) = \ln K_f + 1/n \ln C_e \quad (2)$$

dimana,

Q_e = jumlah adsorbat pada permukaan (mg/ g)

C_e = konsentrasi *equilibrium* (mg/l)

K_f dan n = konstanta

Dari data percobaan laboratorium yang diperoleh diplot dengan $\ln(Q_e)$ sebagai sumbu y dan $\ln C$ sebagai sumbu x. Grafik yang diperoleh adalah garis linear dengan *slope* = $1/n$ dan *intercept* = $\ln K_f$ (Wijayanti & Kurniawati, 2019).

Isoterm *langmuir* mendefinisikan bahwa kapasitas adsorben maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) adsorbat pada permukaan adsorben. Dalam bentuk yang umum, persamaan isoterm *langmuir* adalah sebagai berikut (Irvan et al., 2016)

$$\frac{c_e}{q_e} = \frac{1}{q_e} C_e + \frac{1}{K_L \cdot q_m} \quad (3)$$

Dimana:

C_e = konsentrasi *equilibrium* (mg/ l)

Q_e = adsorbat yang terserap pada saat *equilibrium* (mg/g)

K_L = konstanta Langmuir (l/mg)

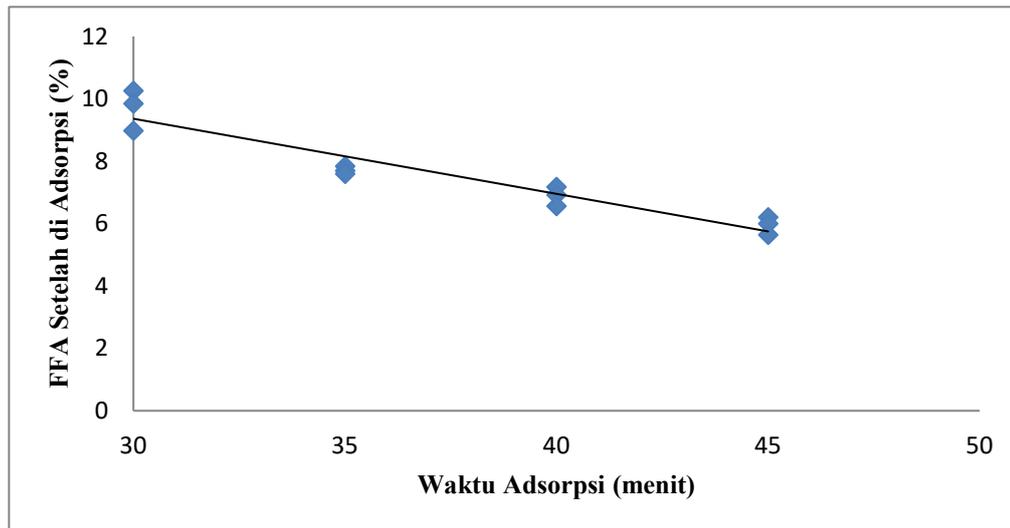
Q_m = kapasitas adsorpsi

Pada grafik isotherm langmuir dengan $1/Q_e$ sebagai sumbu y dan $1/C_e$ sebagai sumbu x akan diperoleh persamaan garis ($y=bx+a$) yang akan menentukan nilai Q_m dan K_L , dimana Q_m adalah $1/a$ sedangkan K_L adalah nilai b

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Waktu Adsorpsi terhadap Kadar FFA Setelah Adsorpsi.

Setelah dilakukan proses adsorpsi menggunakan adsorben dari tempurung kelapa maka Suhu dan FFA yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.

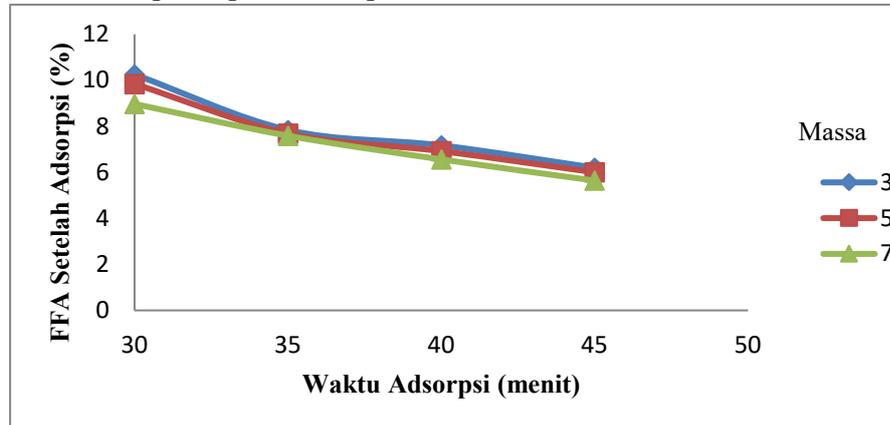


Gambar 2. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar FFA setelah proses adsorpsi menggunakan adsorben dari tempurung kelapa

Adanya waktu adsorpsi ini menyebabkan proses adsorpsi berjalan optimal. Waktu adsorpsi yang digunakan adalah 30, 35, 40, dan 45 menit, pada waktu 30 menit terjadi penurunan asam lemak bebas sebesar 10,25%, 9,84% dan 8,97%. Untuk waktu 35 menit, penurunan asam lemak bebas sebesar 7,84%, 7,69%, dan 7,59%. Untuk waktu 40 menit, penurunan asam lemak bebas sebesar 7,17%, 6,92%, dan 6,56%. Untuk waktu 45 menit, penurunan asam lemak bebas sebesar 6,20%, 6% dan 5,64%. Dari keempat waktu tersebut dapat dilihat, bahwa waktu penurunan asam lemak bebas yang bagus terjadi pada 45 menit. Pada dasarnya semakin lama waktu adsorpsi dan pengadukan, maka kandungan FFA setelah proses adsorpsi semakin kecil. Waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika fase cair yang berisi adsorben dalam keadaan diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsorben akan lambat, maka diperlukan pengadukan untuk mempercepat adsorpsi. (Sulistyo et al., 2016)

3.2 Pengaruh Banyak Adsorben terhadap Kadar FFA Setelah Adsorpsi.

Setelah dilakukan proses adsorpsi FFA menggunakan adsorben dari tempurung kelapa maka pengaruh banyak adsorben pada saat adsorpsi terhadap FFA setelah adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh banyak adsorben terhadap kadar FFA setelah proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari tempurung kelapa.

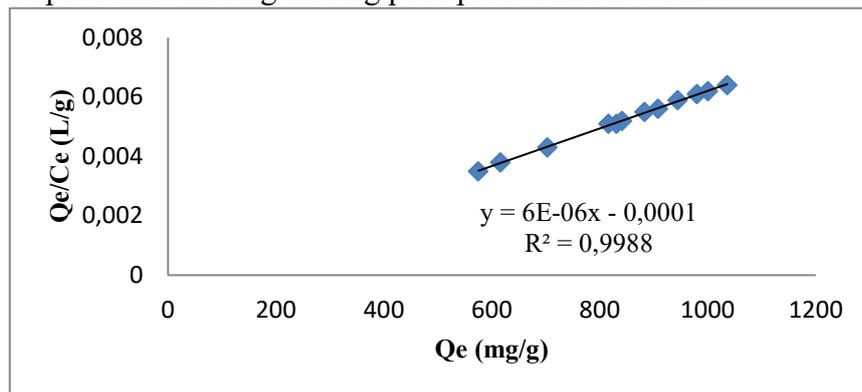
Variasi berat adsorben yang digunakan adalah 3 gram, 5 gram, dan 7 gram. Pada berat 3 gram, penyerapan paling maksimal sebesar 9,8 %. Pada berat 5 gram, penyerapan paling maksimal sebesar 10 %. Pada berat 7 gram, penyerapan paling maksimal sebesar 10,36 %. Penyerapan FFA (*free fatty acid*) paling bagus ketika adsorben yang digunakan sebanyak 7 gram. Hal ini disebabkan karena, makin banyak adsorben yang digunakan maka akan makin besar atau banyak luas permukaan yang menyerap asam lemak bebas pada CPO. Besarnya ukuran dan pori-pori adsorben mempengaruhi luas permukaannya. Semakin kecil ukuran adsorben maka luas permukaan akan semakin besar. Semakin besar pori-pori adsorben maka semakin besar pula luas permukaan adsorben. Pori-pori dapat diperbesar dengan aktivasi (Idrus et al., 2013).

3.3 Isoterm Adsorpsi

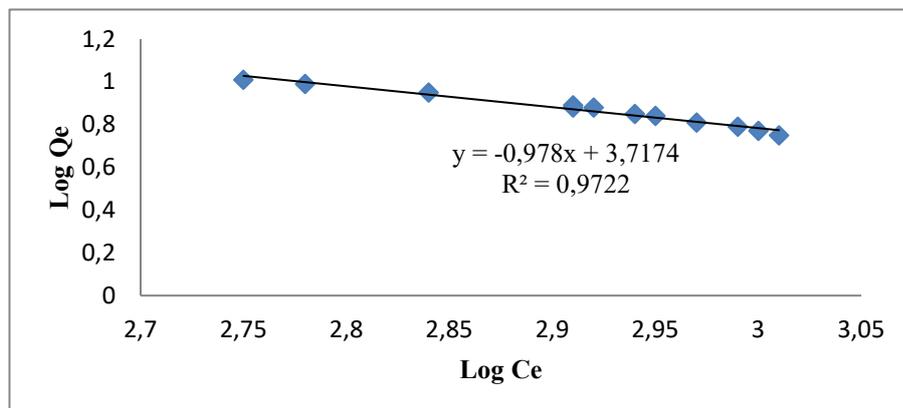
Isothermal Adsorpsi merupakan proses penyerapan zat terlarut oleh padatan suhu dan tekanan konstan. Pada isotherm terlihat jumlah zat terserap yang dipengaruhi oleh konsentrasi keseimbangannya dan digunakan untuk karakteristik dari persamaan antara jumlah adsorbat yang terakumulasi dalam adsorben dan konsentrasi larutan adsorbat.

Analisa Isoterm Adsorpsi merupakan hubungan kesetimbangan antara jumlah adsorbat yang diserap oleh adsorben sebagai fungsi konsentrasi dan suhu atau kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat dalam fluida dan pada permukaan adsorben pada suhu yang tetap. Ada beberapa tipe isotherm yang sering digunakan untuk mengetahui mekanisme adsorpsi FFA oleh tempurung kelapa yang diaktivasi. Tipe Isotherm Adsorpsi yang umumnya dianut oleh adsorpsi padat-cair yaitu tipe Isotherm Freundlich dan Langmuir. Pada Isotherm Langmuir dilakukan dengan cara membuat kurva Q_e/C_e terhadap C_e , sedangkan untuk Isotherm Freundlich dilakukan dengan cara membuat kurva hubungan $\log Q_e$ terhadap $\log C_e$.

Grafik Isotherm Adsorpsi FFA menggunakan adsorben dari tempurung kelapa dapat dilihat masing-masing pada pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3 Grafik Hubungan Q_e terhadap Q_e/C_e pada Persamaan *Langmuir*



Gambar 4 Grafik Hubungan $\log C_e$ terhadap $\log Q_e$ pada Persamaan *Freundlich*

Dari Gambar 4.4 dan 4.5 dapat dilihat bahwa pengujian persamaan *Langmuir* dan *Freundlich* memiliki liniarisasi yang berbeda. Untuk persamaan *Langmuir* memiliki harga R^2 yaitu 0.9988 dan untuk persamaan *freundlich* memiliki harga R^2 sebesar 0.9722. Linearisasi isotherm *langmuir* didapat nilai *slope* dan *intersept* dari persamaan $Y = 0,000006 - 0.0001$ dengan menggunakan pers. (2.2) dimana b adalah konstanta isotherm *langmuir* (L/mg), sedangkan Q_e adalah kapasitas penyerapan maksimum monolayer (mg/g). Nilai *slope* dan *intersept* untuk linearisasi persamaan *freundlich* didapat hasil $y = -0.978 + 3.7174$ dengan menggunakan pers.(2.4).

Besaran harga R^2 menandakan bahwa persamaan *Langmuir* lebih cocok diterapkan pada proses adsorpsi FFA menggunakan adsorben dari tempurung kelapa dari pasar Krueng Geukuh, Aceh Utara. Isotherm *Langmuir* menggambarkan kesesuaian antara data eksperimen dengan model lebih sesuai dibandingkan dengan model *freundlich*. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh 0,9988 yang artinya bahwa penelitian model penyerapan yang terjadi adalah *monolayer* (akibat adanya lapisan tunggal).

Nilai parameter dari regresi linear persamaan *Langmuir* dan *freundlich* dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Parameter isorterm *Langmuir* dan *Freundlich*

Equilibrium Adsorpsi	Persamaan linear	Konstanta		R²
<i>Langmuir</i>	$\frac{q_e}{C_e} = 0,000006 - 0.0001 q_e$	Qm	166.666,666	0.9988
		K _L	- 0,0600000002	
<i>Freundlich</i>	Log Q _e = 0,3333x + 1,3333 logC _e	K _f	1,12492	0.9722
		1/n	0,3333	
		n	0,3333	

4. Simpulan dan Saran

Pada waktu kontak selama 45 menit kadar FFA turun menjadi 6,20%, 6% dan 5,64% yang dimana FFA awalnya adalah 16 % .Semakin lama waktu adsorpsi dan pengadukan, maka kandungan FFA setelah proses adsorpsi semakin kecil. Waktu

kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Makin banyak adsorben yang digunakan maka akan makin besar atau makin luas permukaan kontak yang menyerap asam lemak bebas pada CPO. Besarnya ukuran dan pori-pori adsorben mempengaruhi luas permukaannya. Semakin kecil ukuran adsorben maka luas permukaan akan semakin besar. Penelitian ini lebih mengarah pada model isotherm *Langmuir*, dapat dilihat dari koefisien korelasi (R^2) yakni 0,9988. Jika nilai koefisien korelasi mendekati 1 maka dinyatakan sempurna.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengganti aktivator yang digunakan seperti HCL dan melakukan variasi suhu adsorpsi yang digunakan agar mengetahui suhu yang maksimal untuk penelitian ini. Penambahan uji karakteristik adsorben juga dapat ditambahkan pada penelitian selanjutnya agar mengetahui karakteristik dari adsorben tempurung kelapa.

5. Daftar Pustaka

1. Dahlan, M. H., Siregar, H. P., & Yusra, M. (2013). Dapat Memurnikan Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3), 44–53.
2. Idrus, R., Lapanporo, B. P., & Putra, Y. S. (2013). Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Prisma Fisika*, 1(1), 50–55.
3. Irvan, Olyvia Putri Wardhani, Nurul Aini, & Iriany. (2016). Adsorpsi B-Karoten Yang Terkandung Dalam Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), 52–57.
4. Kresnadipayana, D., Pratiwi, R., & Primadevi, S. (2016). Biosorpsi Cu (II) oleh Limbah Padat Kayu Aren (*Arenga pinnata*) Teraktivasi. *Biomedika*, 9(1), 43–48.
5. Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Karbon Aktif. *Info Teknis EBONI*, 11(2), 65–80.
6. Pakiding, L. M., Sumarni, N. K., & Musafira. (2014). Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan $ZnCl_2$ dan Aplikasinya dalam Pengolahan Minyak Jelantah. *Online Journal of Natural Science*, 47-54
- Paputungan, R., Nikmatin, S., Maddu, A., & Pari, G. (2018). Mikrostruktur Arang Aktif Batok Kelapa Untuk Pemurnian Minyak Goreng Habis Pakai. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 6(1), 71–76.

7. Paputungan, R., Nikmatin, S., Maddu, A., & Pari, G. (2018). Mikrostruktur Arang Aktif Batok Kelapa untuk Pemurnian Minyak Goreng Habis Pakai. *Jurnal Keteknikan Pertanian* , 69-74.
8. Sulistyono, R., Lestari, D., Sari, D. K., Rosmadiana, A., & Dwipermata, B (2016). *Aplikasinya Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. Jurnal Teknik* , 419-430
9. Wijayanti, I. E., & Kurniawati, E. A. (2019). Studi Kinetika Adsorpsi Isoterm Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Abu Gosok sebagai Adsorben. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(2), 176-1849