



Perbedaan Massa dan RPM Terhadap Adsorben Karbon Pelepah Sawit pada Pemurnian Minyak Jelantah

Dwi Annisa Fithry^{1✉}, Bode Haryanto², Anggun Febrisma³, Astrina Hutabarat⁴, Rizki Affandi⁵

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau^(1,3,5)

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara^(2,4)

DOI: 10.31004/jutin.v7i2.25106

✉ Corresponding author:

[dwiannisa@umri.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Pelepah sawit;
Minyak jelantah;
Adsorben;
adsorpsi

Pusat statistik tahun 2021 menyatakan Sumatera Utara menjadi provinsi penghasil kelapa sawit terbesar kedua di Indonesia dengan luas perkebunan 1.373,30 Ha. Penggunaan minyak goreng di Indonesia pada tahun 2021 sebesar 18,4 juta ton dan meningkat sebesar 6% dari tahun sebelumnya. Penelitian ini memanfaatkan pelepah sawit untuk pembuatan adsorben dalam pemurnian minyak jelantah. Metode yang digunakan adalah karbonisasi dengan bantuan pirolisis. Karbon dicacah menjadi bubuk dan dibagi dengan variasi 1,5, 3, dan 4,5 gram. Setiap gram diaduk menggunakan shaker dengan variasi kecepatan 50, 70, dan 100 rpm. Turbiditas diuji menggunakan turbidimeter setiap 20 menit sekali selama 180 menit. Hasil analisis menunjukkan bahwa berat adsorben terbaik dalam mengurangi minyak jelantah adalah 4,5 gram dengan tingkat kekeruhan 15,5 NTU dan pengadukan 100 rpm.

Abstract

Keywords:

Palm oil;
Used cooking oil;
Adsorption;
adsorbent

The statistics center in 2021 stated that North Sumatra is the second largest palm oil-producing province in Indonesia with a plantation area of 1,373.30 Ha. The use of cooking oil in Indonesia in 2021 was 18.4 million tons and increased by 6% from the previous year. This research utilizes palm fronds for the manufacture of adsorbents in cooking oil refining. The method used is carbonization with the help of pyrolysis. The carbon is chopped into powder and divided by variations of 1.5, 3, and 4.5 grams. Each gram is stirred using a shaker with speed variations of 50, 70, and 100 rpm. Turbidity is tested using a turbidimeter once every 20 minutes for 180 minutes. The results of the analysis showed that the best adsorbent weight in reducing used cooking oil was 4.5 grams with a turbidity level of 15.5 NTU and stirring of 100 rpm.

1. INTRODUCTION

Berdasarkan data dari pusat statistik, perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 14.62 juta hektar pada tahun 2021 (Yuwono, 2021). Sumatera Utara menjadi provinsi kedua penghasil kelapa sawit terbanyak di Indonesia dengan luas perkebunan 1.373,30 Ha (Hasanah et al., 2022). Dari tahun ke tahun perkebunan kelapa sawit mengalami peningkatan yang cukup pesat. Hal ini mengakibatkan limbah dari perkebunan sawit juga meningkat, baik limbah cair ataupun limbah padat (Pranata & Arico, 2019).

Pemanfaatan yang belum optimal menimbulkan penyalahgunaan oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab demi meraup keuntungan pribadi. Salah satu bentuk upaya pencegahan hal itu terjadi adalah meningkatkan kualitas minyak jelantah dengan bantuan adsorben supaya kandungan asam lemak bebas, bilangan peroksida, keton, aldehid dan unsur-unsur beracun seperti Fe (ferrum) dan Cu (cuprum) berkurang atau menurun (Hidayat et al., 2022).

Adsorben adalah bahan padatan atau zat yang mampu melakukan penyerapan dengan baik (cairan maupun gas) atau tempat berlangsungnya peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat pada proses adsorpsi (Maryudi et al., 2021). Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan suatu zat, ion atau molekul yang melekat pada permukaan, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben. Adsorben menjadi peran penting dalam keberhasilan adsorpsi (Fithry et al., 2020). Sifat adsorpsi partikel koloid banyak dimanfaatkan dalam proses penjernihan air atau pemurnian suatu bahan yang mengandung pengotor, partikel koloid mempunyai permukaan luas sehingga mempunyai daya adsorpsi yang besar (Euis Kusniawati, Dian Kurnia Sari, 2023).

Metode *batch* digunakan untuk melihat kapasitas dari adsorben dalam mengadsorpsi suatu adsorbat dengan memasukkan sejumlah larutan yang berisi adsorbat pada volume dan konsentrasi tertentu kedalam reaktor *batch*. Selanjutnya campuran yang diperoleh akan diaduk pada selang waktu tertentu (waktu tercapainya kesetimbangan) dan setelah itu menganalisis larutan yang teradsorpsi (Fauziyati, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dengan massa adsorben dan mempelajari waktu terhadap kinetika pada proses pemurnian minyak jelantah.

2. METHODS

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Surfaktan Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara dengan menggunakan minyak jelantah dan pelepah sawit. Sedangkan alat yang digunakan adalah pirolisis, ball mill, *shaking waterbacht*, corong kaca, kertas saring.

Prosedur pembuatan karbon pelepah sawit

1. Pelepah sawit dipotong berbentuk balok
2. Balok pelepah dicuci dengan air bersih
3. Balok pelepah dijemur dibawah sinar matahari
4. Balok dipirolisis dengan suhu 350°C selama 2 jam
5. Karbon hasil pirolisis dihaluskan dengan ball mill dengan ukuran 100 mesh

Prosedur pengukuran kekeruhan awal minyak jelantah

1. Siapkan sampel minyak jelantah sebanyak 2 liter
2. Ukur kekeruhan awal dengan turbidimeter

Prosedur pemurnian minyak jelantah

1. Timbang karbon masing-masing 1,5, 3, dan 4 gram kedalam *beaker glass*
2. Tambahkan 100 ml minyak jelantah
3. *Shaker* menggunakan *shaking waterbacht* dengan variasi kecepatan pengadukan 50, 70, 100 rpm
4. Setiap 20 menit uji kekeruhan dengan alat turbidimeter
5. Proses *shaker* dilakukan selama 3 jam

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1 Perlakuan Awal Adsorben Pelepah Kepala Sawit

Pada penelitian ini, adsorben yang digunakan adalah pelepah sawit yang diperoleh dari sekitaran Universitas Sumatera Utara. Pelepah sawit kemudian dipotong menjadi potongan balok. Ambil bagian daging dari pelepah sawit lalu dicuci bersih sebanyak 3 kali pencucian, sampai kotoran menghilang. Setelah itu keringkan potongan pelepah selama 5 hari dibawah sinar matahari. Selanjutnya pelepah sawit di pirolisis dengan suhu 350°C

selama 2 jam. Kemudian dihaluskan menggunakan ball mill sampai berbentuk serbuk. Serbuk yang dihasilkan akan disaring dengan ukuran 100 *mesh*. Serbuk pelepah sawit ditimbang masing-masing 1,5, 3 dan 4,5 gram.



Gambar. 1 Balok Pelepah Sawit



Gambar. 2 Karbon Hasil Pirolisis



Gambar. 3 Serbuk Karbon

3.2 Karakteristik Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah Adsorpsi

Pada penelitian ini, minyak jelantah yang digunakan sebagai sampel didapatkan dari para pengepul minyak jelantah dikota Medan. Minyak jelantah yang telah diperoleh didiamkan selama 20 menit kemudian diukur kekeruhan awal menggunakan turbidimeter, nilai kekeruhan awal minyak jelantah sebesar 124,4 NTU. Berdasarkan nilai kekeruhan yang didapatkan menandakan adanya partikel-partikel dari hasil penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang. Kekeruhan awal minyak jelantah adalah $t_0 = 124,4$ NTU. Percobaan awal tanpa adsorben dengan hasil kekeruhan selama $t = 3$ jam sebesar 74,1 NTU.



Gambar.4 Minyak Jelantah Sebelum Adsorpsi

Berdasarkan gambar diatas, minyak jelantah yang masih memiliki kekeruhan yang sangat tinggi, warna minyak jelantah yang gelap. Setelah melalui proses adsorpsi selama 3 jam, minyak jelantah terjadi perubahan warna yang awalnya gelap menjadi coklat dan kekeruhan juga mengalami penurunan dari 124,4 NTU menjadi 20,3 NTU. Pada gambar 5 dapat dilihat karakteristik minyak jelantah yang telah melalui proses adsorpsi.

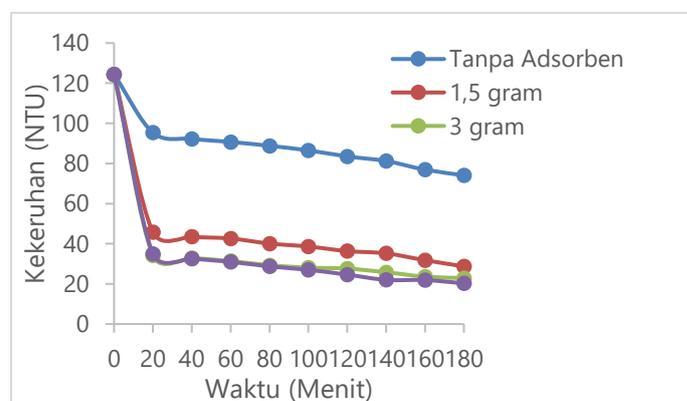


Gambar. 5 Minyak Jelantah Setelah Adsorpsi

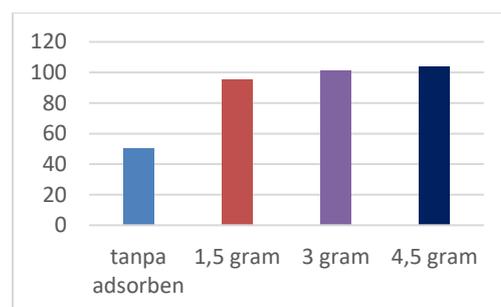
3.3 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Pemurnian Minyak Jelantah

Penggunaan adsorpsi dilakukan untuk membantu menghilangkan senyawa organik yang ada pada limbah cair, sehingga bisa dimurnikan. Penurunan kapasitas adsorpsi dikarenakan adanya sisi aktif adsorben yang belum berkaitan semua dengan adsorbat. Semakin tinggi massa adsorben, maka kapasitas adsorpsinya menurun (Rachmawati, 2020).

Proses adsorpsi dengan variasi massa adsorben untuk menentukan massa adsorben yang baik dalam pemurnian minyak jelantah. Pengaruh massa adsorben dalam pemurnian minyak jelantah menggunakan variasi massa 1,5, 3, 4,5 gram dapat dilihta pada table dibawah ini.



Gambar. 6 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Pemurnian Minyak Jelantah



Gambar. 7 Total Penurunan Kekeruhan Minyak Jelantah Dengan Adsorben Variasi Massa

Pada gambar 6. Menunjukkan pengaruh kekeruhan awal dan waktu pada variasi massa adsorben. Percobaan dilakukan dengan ukuran adsorben 100 mesh dan variasi massa 1,4, 3, 4,5 gram dengan pengadukan 100 Rpm.

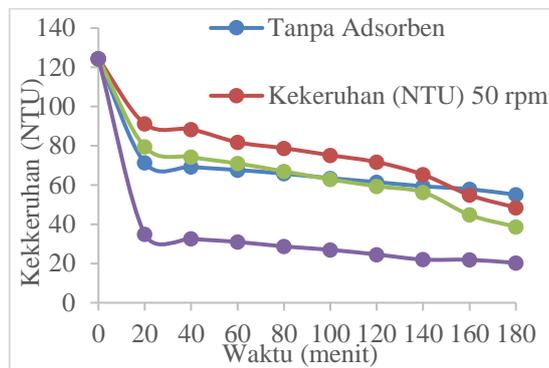
Pada adsorben terkarbonisasi variasi 1,5 gram dengan ukuran 100 mesh, kekeruhan signifikan dari kekeruhan pada saat perlakuan tanpa adsorben. Dari grafik menunjukkan pada $t = 20$ menit, kekeruhannya menjadi 45,8 NTU dan setelah mencapai waktu akhir $t = 3$ jam kekeruhannya menjadi 28,7 NTU. Pada massa adsorben 3 gram dengan ukuran 100 mesh, pada $t = 20$ menit, kekeruhannya sekitar 34,1 NTU dan setelah mencapai waktu akhir $t = 3$ jam kekeruhannya menjadi 22,9 NTU. Dan untuk massa adsorben 4,5 gram dengan ukuran 100 mesh, pada $t = 20$ menit, kekeruhannya sebesar 33,5 NTU dan kekeruhan akhir yang diperoleh pada $t = 3$ jam yaitu 20,3 NTU.

Pada gambar 7. Dapat dilihat pada adsorben terkarbonisasi pelepah sawit dengan variasi masa 1,5 gram diperoleh total penurunan kekeruhan minyak jelantah sebesar 95,7 NTU, untuk variasi massa 3 gram mengalami penurunan sebesar 101,5 NTU. Begitu juga dengan massa 4,5 gram diperoleh penurunan kekeruhan minyak jelantah sebesar 104,1 NTU.

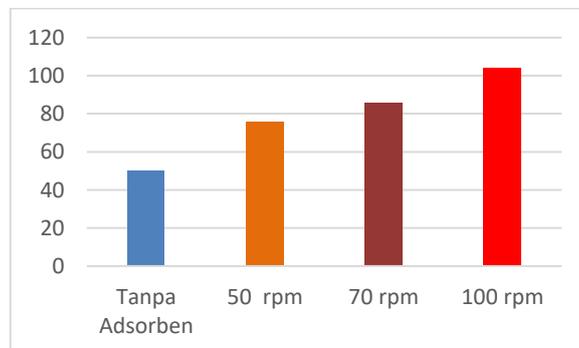
Bertambahnya jumlah adsorben sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben. Semakin banyak adsorben yang digunakan, maka nilai adsorpsinya terhadap ion logam semakin tinggi dan sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben (Takarani et al., 2019). Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh yaitu berat adsorben yang paling bagus dalam menurunkan minyak jelantah adalah 4,5 gram dengan tingkat kekeruhan 15,5 NTU pada kecepatan pengadukan 100 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan sesuai dengan teori, Dimana semakin bertambahnya adsorben maka nilai adsorpsi semakin tinggi.

3.4 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Pemurnian Minyak Jelantah

Kecepatan pengadukan bertujuan untuk mengetahui berapa lama optimalnya penyerapan mengikat ion secara maksimal (Marfania et al., 2019).



Gambar. 8 Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Adsorben Terhadap Pemurnian Minyak Jelantah



Gambar.9 Total Pemurnian Kekeruhan Minyak Jelantah Dengan Adsorben Variasi Kecepatan Pengadukan

Pada grafik terlihat perbedaan yang signifikan antara kekeruhan tanpa adsorben dengan variasi adsorben terkarbonisasi pelepah sawit dari grafik terlihat pada $t = 20$ menit, untuk variasi 50 rpm kekeruhannya menjadi 91,2 NTU dan setelah dilakukan proses adsorpsi selama $t = 3$ jam kekeruhannya menjadi 48,5 NTU. Pada adsorben

70 rpm kekeruhan akhir yang diperoleh t = 38,7 NTU dan untuk 100 rpm kekeruhan akhir yang diperoleh pada t = 20,3 NTU.

Pada gambar 9. Dapat dilihat pada adsorben terkarbonisasi dengan variasi kecepatan pengadukan 50 rpm diperoleh total penurunan kekeruhan minyak jelantah sebesar 75,9 NTU, untuk variasi ukuran 70 rpm diperoleh total penurunan kekeruhan minyak jelantah sebesar 85,7 NTU demikian pula untuk variasi ukuran 100 rpm diperoleh penurunan kekeruhan minyak jelantah sebesar 104,1 NTU.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada adsorben dengan kecepatan pengadukan 100 rpm memiliki daya adsorpsi paling besar dibanding adsorben ukuran 50 dan 70 rpm. Hal ini disebabkan oleh kecepatan pengadukan yang lebih besar, sehingga membuat proses adsorpsi menjadi maksimal. Berdasarkan teori diatas dapat dikatakan penelitian ini sesuai dengan teori yang menyatakan daya adsorpsi berbanding lurus dengan bertambahnya kecepatan pengadukan.

3.5 Permodelan Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi menggambarkan mengenai laju adsorpsi dari suatu adsorben terhadap adsorbat dalam menentukan konstanta laju dari adsorpsi. Kinetika adsorpsi juga menggambarkan laju pengikatan solute pada perubahan waktu kontak suatu reaksi untuk prediksi kecepatan perpindahan adsorbat dari larutan ke adsorben yang dirancang (Prastika et al., 2022).

Model kinetika orde satu diturunkan berdasarkan persamaan laju reaksi lagergen yaitu persamaan untuk adsorpsi cair padat berdasarkan kapasitas padatan(Haryanto et al., 2019). Kinetika reaksi *pseudo* orde satu ini dapat dilihat pada persamaan berikut:

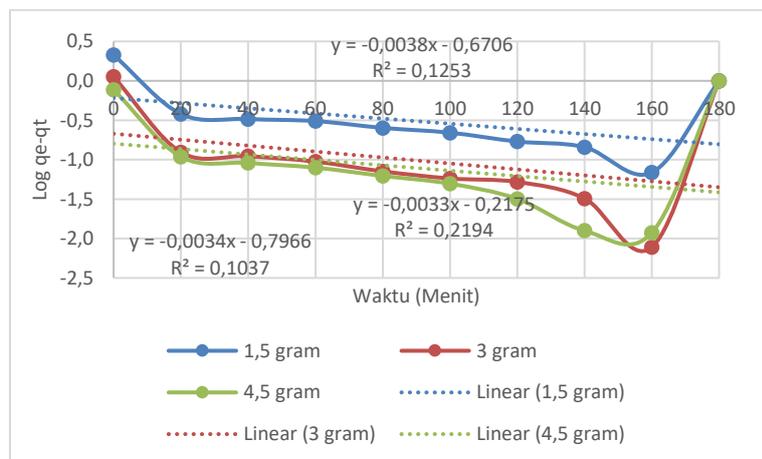
$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - \ln k_i t \tag{1}$$

Dimana

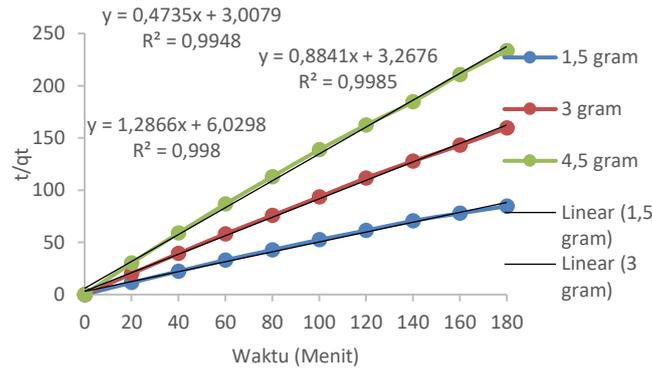
- q_e = konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan
- q_t = konsentrasi pada waktu t
- k_i = konstanta laju adsorpsi
- t = waktu adsorpsi (menit)

Model kinetika orde *pseudo* orde ke dua mempunyai fungsi yang kompleks pada reaktan yang terlibat. Melalui beberapa model kinetika konstanta laju adsorpsi (k) dapat ditentukan melalui besar koefisien regresi (R²) tertinggi pada salah satu model kinetika (Kustomo & Santosa, 2019). Kinetika adsorpsi *pseudo* orde dua disebut juga sebagai reaksi kimia-semu yang dijabarkan pada persamaan 2

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} \tag{2}$$



Gambar.10 Permodelan Pseudo Orde 1 Pada Kecepatan 100 Rpm



Gambar. 11 Permodelan Pseudo Orde 2 Pada Kecepatan Pengadukan 100 Rpm

Grafik permodelan *pseudo* orde ke-1 dan orde ke-2 pada adsorben terkarbonisasi 100 *mesh* dengan kecepatan 100 rpm. Proses pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan kepada partikel adsorben untuk bersinggungan dengan senyawa serapannya yang dalam hal ini senyawa minyak jelantah. Pada gambar 4.7 menunjukkan nilai koefisien korelasi (R^2) pada adsorben 1,5 gram yaitu $R^2 = 0,2194$, pada adsorben 3 gram nilai $R^2 = 0,1253$ dan pada adsorben 4,5 gram nilai $R^2 = 0,1037$. Pada gambar 4.8 menunjukkan nilai koefisien korelasi (R^2) pada adsorben 1,5 gram yaitu $R^2 = 0,9948$, pada adsorben 3 gram diperoleh nilai $R^2 = 0,9985$ dan pada adsorben 4,5 gram nilai $R^2 = 0,998$

4. CONCLUSION

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Adsorben pelepah sawit yang terkarbonisasi dengan variasi massa 4,5 gram memiliki daya adsorpsi yang paling besar dalam menurunkan minyak jelantah dengan tingkat kekeruhan 20,5 NTU pada kecepatan 100 rpm.
2. Permodelan kinetika adsorpsi terbaik berdasarkan koefisien korelasinya adalah persamaan *pseudo* orde ke-2, yaitu pada mekanisme adsorpsi melibatkan interaksi secara kimia antara adsorbat dengan adsorben, hal ini dapat dilihat dari nilai korelasi (R^2) orde dua yang mendekati nilai satu.

REFERENCES

- Euis Kusniawati, Dian Kurnia Sari, M. K. P. (2023). *Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar pH, Turbidity, TTS, Dan TDS*. 2(10), 4183–4198.
- Fauziyati, M. R. (2019). *Uji Adsorpsi Bentonit Teraktivasi KOH Terhadap Logam Berat Cu(II) SKRIPSI*. li.
- Fithry, D. A., Haryanto, B., M. H., A., K., P., B. G., A., S., A., A. A., W., & J. B., M. (2020). *Corn Stalk (Zea Mays L.) Ability on Copper Removal in Continuous Column (Down Flow)*. *Icosteerr 2018*, 323–327. <https://doi.org/10.5220/0010093903230327>
- Haryanto, B., Sinaga, W. k., & Saragih, F. t. (2019). Kajian Model Interaksi pada Adsorpsi Logam Berat Kadmium (Cd^{2+}) dengan Menggunakan Adsorben dari Pasir Hitam. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 08(2), 79–84.
- Hasanah, M., Lubis, D. A., & Situmorang, M. (2022). Pemanfaatan pelepah sawit menjadi briket sebagai bahan bakar alternatif. *Rambate*, 2(1), 84–91.
- Hidayat, J. P., Hariyadi, A., & Chosta, F. (2022). Bentonite and RHA Adsorption Performance Against Characteristics Waste-Cooking Oil. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 7(6), 5600–5614. <https://doi.org/10.33772/jstp.v7i6.27871>
- Kustomo, & Santosa, S. J. (2019). Studi Kinetika dan Adsorpsi Zat Warna Kation (Metilen Biru) dan Anion (Metil Orange) pada Magnetit Terlapis Asam Humat. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, 1(2), 64–69. <https://doi.org/10.36873/jjms.v1i2.212>
- Marfania, C., Bahrizal, D. K., Kimia, P. S., & Barat, S. (2019). *Imobilisasi Kulit Lengkeng (Euphoria longan lour) Terhadap Penyerapan Ion Logam Kadium*. 4(1), 44–51.
- Maryudi, Rahayu, A., Syauqi, R., & Islami, M. K. (2021). Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium dalam Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi: Review. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(1), 90–99. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i1.207>

- Pranata, R. H., & Arico, Z. (2019). Pemanfaatan Limah Kebun Pelelah Kelapa Sawit sebagai Alternatif Pakan Ternak Bernilai Gizi Tinggi. *Biologica Samudra*, 1(1), 17–24.
- Prastika, A., Alamsah, I., Kimia, T., Teknik, F., & Jember, U. (2022). *Kinetika Adsorpsi Asam Tanat Pada Fotokatalis*. 06(1), 14–22.
- Rachmawati, N. (2020). Pengaruh Adsorben Sebagai Media Filter dalam Menurunkan Kadar Timbal dalam Matrik Air Sungai. *Walisongo Journal of Chemistry*, 3(2), 79. <https://doi.org/10.21580/wjc.v3i2.6448>
- Takarani, P., Findia Novita, S., & Fathoni, R. (2019). Pengaruh Massa dan Waktu Adsorben Selulosa dari Kulit Jagung terhadap Konsentrasi Penyerapan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi V*, 2(1), 117–121. <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/SEMNASTEK/article/view/2816>
- Yuwono, M. (2021). *Badan Pusat Statistik*. 2, 2–13.