

Pembuatan Karbon Aktif Dari *Sludge Waste* Untuk Pemurnian Minyak Jelantah Sebagai *Raw Material* Biodiesel

Muhammad Ihsan¹, Muhammad Yerizam², Martha Aznury³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: muhammadihsan315.mi@gmail.com

Abstrak

Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dari limbah lumpur pada industri karet sebagai adsorben. Karbon aktif memiliki sifat adsorpsi yang baik terhadap senyawa organik, sehingga dapat digunakan untuk mengurangi kandungan asam lemak bebas dan pengotor lainnya dalam minyak jelantah. Salah satu alternatif pemanfaatan minyak jelantah yang dapat dilakukan adalah dengan mengolahnya menjadi biodiesel. Namun, pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel masih memiliki beberapa kendala, seperti kandungan asam lemak bebas yang tinggi dan pengotor lainnya yang dapat mengganggu proses transesterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan metode adsorpsi yang efektif dalam mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel dengan menggunakan karbon aktif dari limbah lumpur pada industri karet sebagai adsorben. Untuk perlakuan dalam percobaan ini yaitu variasi asam klorida 0,1N; 0,2N; 0,3N; 0,4N; dan 0,5N dan waktu kontak adsorpsi pada minyak jelantah terhadap karbon aktif dihasilkan dari limbah lumpur (*slugde waste*) pada industri karet PT. Aneka Bumi Pratama.

Kata kunci: *Karbon Aktif; Slugde Waste; Minyak Jelantah; Biodiesel*

Abstract

The adsorption process uses activated carbon from sludge waste in the rubber industry as an adsorbent. Activated carbon has good adsorption properties against organic compounds, so it can be used to reduce the content of free fatty acids and other impurities in used cooking oil. One alternative use of used cooking oil that can be done is to process it into biodiesel. However, the processing of used cooking oil into biodiesel still has some obstacles, such as high free fatty acid content and other impurities that can interfere with the transesterification process. This research aims to produce an effective adsorption method in processing used cooking oil into biodiesel by using activated carbon from sludge waste in the rubber industry as an adsorbent. For the treatment in this experiment is a variation of 0.1N hydrochloric acid; 0.2N; 0.3N; 0.4N; and 0.5N and adsorption contact time on used cooking oil against activated carbon produced from slugde waste in the rubber industry of PT. Aneka Bumi Pratama.

Keywords : *Activated Carbon, Slugde Waste, Used Cooking Oil, Biodiesel*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara dengan populasi terbesar ke-4 di dunia, memiliki kebutuhan energi yang semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat. Salah satu energi alternatif yang sedang dikembangkan adalah biodiesel. Biodiesel dipandang sebagai sumber energi yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar. Salah satu alternatif pemanfaatan minyak jelantah yang dapat dilakukan adalah dengan mengolahnya menjadi biodiesel. Namun, pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel masih memiliki beberapa kendala, seperti kandungan asam lemak bebas yang tinggi dan pengotor lainnya yang dapat mengganggu proses transesterifikasi (Adhani, dkk. 2016).

Untuk mengatasi masalah tersebut, dapat dilakukan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dari limbah lumpur pada industri karet sebagai adsorben (Rengga, dkk. 2021). Penelitian sebelumnya oleh Laos dan Selan (2016) menunjukkan bahwa karbon aktif yang dibuat dari limbah lumpur karet dapat digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan zat pengotor dalam minyak jelantah. Namun, penelitian tersebut belum memper-timbangkan faktor-faktor seperti waktu kontak dan konsentrasi adsorben yang optimal, sehingga masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki efisiensi adsorpsi.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah karbonisasi untuk menghasilkan karbon aktif dari limbah lumpur pada industri karet. Limbah lumpur karet merupakan salah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh industri karet. Limbah ini terbentuk dari proses produksi karet yang meliputi pengolahan lateks, pemeraman karet mentah, pengeringan, dan pembuatan karet mentah menjadi bahan jadi. Kandungan bahan organik pada limbah lumpur karet cukup tinggi, sehingga jika tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan (Hayati, dkk. 2016).

Karbon aktif memiliki sifat adsorpsi yang sangat baik, yaitu kemampuan untuk menarik dan menahan molekul-molekul lain pada permukaannya. SNI (Standar Nasional Indonesia) untuk karbon aktif adalah SNI 06-3730-1995 tentang Karbon Aktif, yang mengatur tentang persyaratan, metode pengujian, dan pengemasan untuk karbon aktif. Beberapa persyaratan yang diatur dalam standar pada tabel berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Karbon Aktif

Uraian	Syarat Kualitas	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C (%)	Maks. 15	Maks 25
Kadar air (%)	Maks. 4,4	Maks. 15
Kadar abu (%)	Maks. 2,5	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	-	-
Daya serap terhadap I ₂ (mg/g)	Min. 750	Min. 750
Karbon aktif murni (%)	Min. 80	Min. 80
Daya serap terhadap benzena (%)	Min. 25	-
Daya serap terhadap biru metilen (%)	Min. 60	Min. 120
Kerapatan jenis curah (g/mg)	0,45-0,55	0,30-0,35
Lolos ukuran mesh 325 (%)	-	Min. 90
Jarak mesh (%)	90	-
Kekerasan (%)	80	-

Karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengolahan air dan udara, pemurnian bahan kimia, produksi bahan bakar, dan lain-lain. Dalam pengolahan air dan udara, karbon aktif digunakan untuk menghilangkan kontaminan seperti bau, rasa, warna, logam berat, pestisida, dan zat-zat organik lainnya (Salmariza, dkk. 2016).

Minyak jelantah adalah minyak yang telah digunakan untuk menggoreng makanan yang kemudian dikumpulkan kembali untuk diolah ulang. Minyak jelantah mengandung bahan-bahan yang tidak diinginkan seperti asam lemak bebas, kolesterol, dan senyawa polar yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan jika dibuang secara sembarangan. Minyak jelantah juga memiliki potensi sebagai bahan baku dalam produksi biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar yang terbuat dari bahan baku nabati atau hewan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil (Adhani, dkk. 2016). SNI (Standar Nasional Indonesia) untuk minyak goreng adalah SNI 01-3741-2002 tentang Minyak Goreng. Beberapa persyaratan yang diatur dalam standar pada tabel berikut:

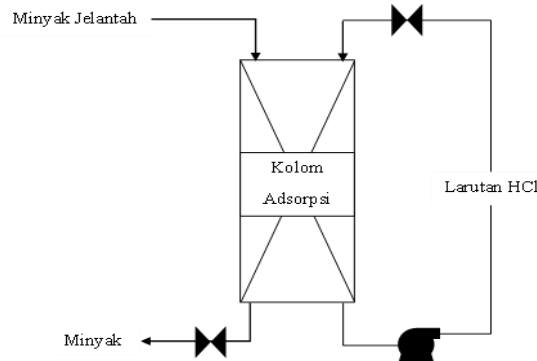
Tabel 2. Spesifikasi Minyak Goreng

Kriteria Uji	Satuan	Syarat
Keadaan bau, warna dan rasa	-	Normal
Air	% b/b	Maks 0.30
Asam lemak bebas (Free fatty acid)	% b/b	Maks 0.30
Bahan makanan tambahan	Sesuai SNI 022-M	dan Permenkes No. 772/Menkes/Per/IX/88
Cemaran logam		
- Besi (Fe)	mg/kg	Maks 1.5
- Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 0.1
- Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0.1
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 40.0
- Timah (Sn)	mg/kg	Maks 0.005
- Seng (Zn)	mg/kg	Maks 40.0/250.0)*
Arsen (As)	% b/b	Maks 0.1
Angka peroksida	% mg O ₂ /gr	Maks 0.1
Catatan* Dalam kemasan kaleng		

Dalam pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel, karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan kandungan asam lemak bebas dan zat-zat pengotor lainnya. Dengan demikian, karbon aktif dapat membantu meningkatkan kualitas minyak jelantah yang dihasilkan sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel yang lebih berkualitas (Sari dan Kembaren, 2019).

METODE

Adapun bahan baku yang digunakan untuk pembuatan karbon aktif yakni limbah lumpur (sludge waste) dari PT. Aneka Bumi Pratama dan larutan HCl sebagai aktivatornya. Adapun peralatan yang digunakan yakni, *furnace*, oven, ayakan 100 *mesh*, dan seperangkat alat adsorpsi. Berikut *flowsheet* (bagan) alat adsorpsi yang digunakan untuk proses adsorpsi minyak jelantah.



Gambar 1. Flowsheet Proses Adsorpsi

Proses pembuatan karbon aktif dimulai dengan menyiapkan sebanyak 200 gram sampel limbah lumpur padat dikumpulkan dari limbah pengolahan karet PT. Aneka Bumi Pratama. Kemudian melakukan pencucian dengan aquadest dan dikeringkan dalam *furnace* pada suhu 500°C selama 1 sampai dengan 2 jam. Setelah itu, lumpur padat yang telah kering ditimbang sampai diperoleh berat konstan. Kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 100 *mesh*. Lumpur padat yang telah diayak kemudian disimpan dalam wadah sampel.

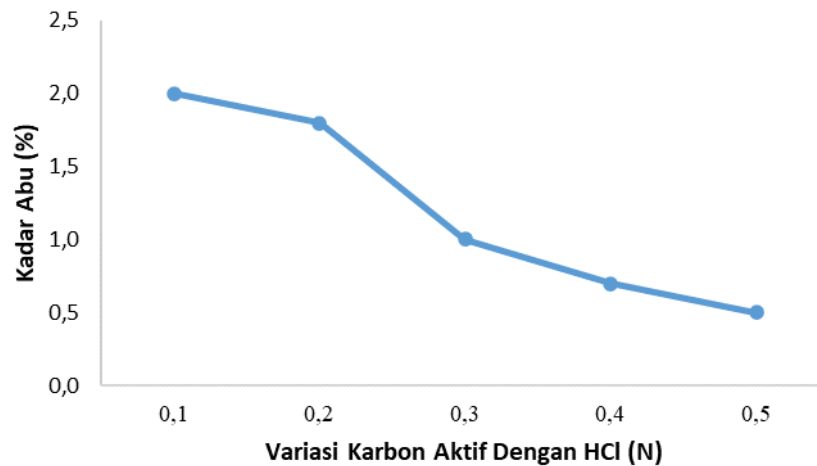
Kemudian untuk proses aktivasi dan adsorpsi dilakukan dengan menyiapkan 200 gram karbon dimasukkan ke dalam kolom adsorpsi. Mengalirkan larutan HCl 0,1N dengan perbandingan lumpur dan larutan HCl yaitu 1:2 dengan pompa berkecepatan 60 ml/menit. Kemudian menambahkan minyak jelantah dan larutan HCl ke dalam kolom adsorpsi menggunakan pompa selama 1 jam. Minyak jelantah yang telah diproses melalui kolom.

Kemudian disaring sehingga diperoleh minyak jelantah bersih. Mengulangi prosedur untuk variasi selanjutnya (0,2N; 0,3N; 0,4N; dan 0,5N).

Analisis yang dilakukan terhadap karbon aktif dan minyak jelantah yang dihasilkan yaitu menentukan kadar abu, kadar zat terbang, dan daya serap iodin terhadap karbon aktif yang mengacu pada SNI 06-3730-1995. Lalu, kadar air, kadar asam lemak bebas, bilangan asam, densitas dan viskositas terhadap minyak jelantah yang mengacu pada SNI 01-3741-2002.

HASIL DAN PEMBAHASAN

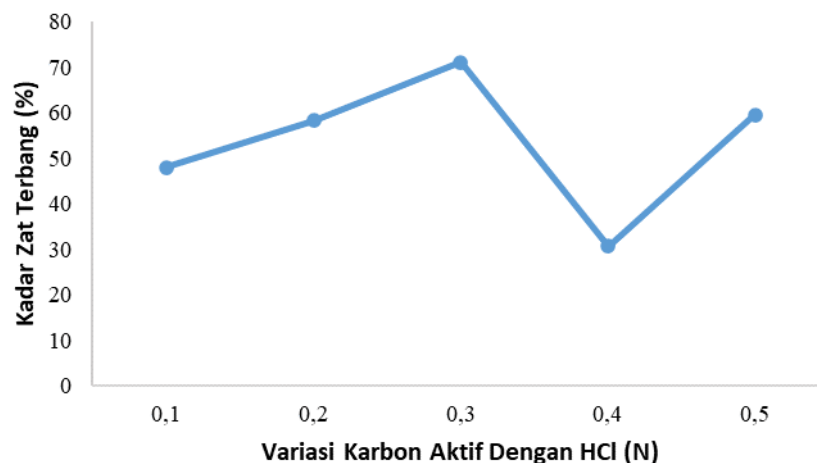
Pengaruh Kadar Abu Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 2. Grafik Pengaruh Kadar Abu Terhadap Variasi Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 2. menunjukkan bahwa kadar abu pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,1N HCl memiliki nilai kadar yang tinggi. Sementara, kadar abu pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,5N HCl memiliki nilai kadar yang rendah.

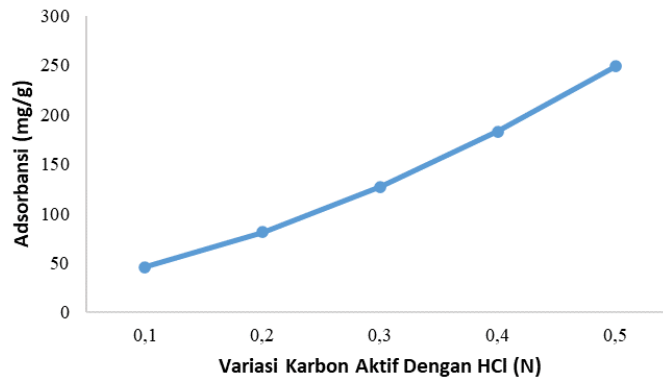
Pengaruh Kadar Zat Terbang Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 3. Grafik Pengaruh Zat Terbang Terhadap Variasi Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa kadar zat terbang pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,3N HCl memiliki nilai kadar yang tinggi. Sementara, kadar zat terbang pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,4N HCl memiliki nilai kadar yang rendah.

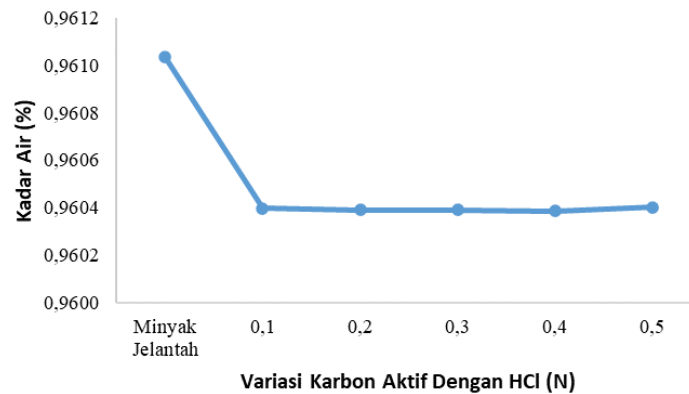
Pengaruh Daya Serap Iodin Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 4. Grafik Pengaruh Daya Serap Iodin Terhadap Variasi Karbon Aktif

Data dari hasil yang diperoleh dapat dilihat dari Gambar 4. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh daya serap iodin karbon aktif maksimal terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,5N HCl. Sementara, daya serap iodin minimum terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,1N HCl, dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivasi semakin besar daya serap yang dihasilkan.

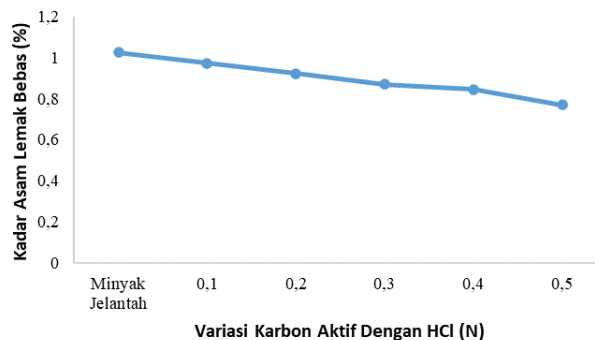
Pengaruh Kadar Air Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 5. Grafik Pengaruh Kadar Air Terhadap Variasi Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan bahwa kadar air terhadap variasi karbon aktif menggunakan larutan HCl memiliki nilai kadar air rata-rata sebesar 0,9604%. Sementara, pada minyak jelantah sebelum diolah memiliki nilai kadar air sebesar 0,9610 %.

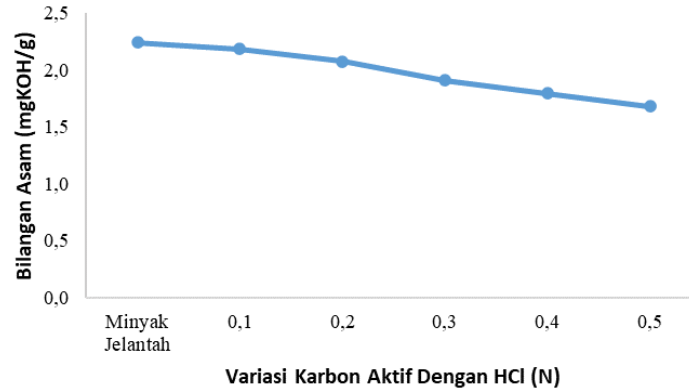
Pengaruh Kadar Asam Lemak Bebas Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 6. Grafik Pengaruh Kadar Air Terhadap Variasi Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 6. menunjukkan bahwa kadar asam lemak pada minyak jelantah sebelum diolah memiliki nilai kadar yang tinggi yakni, sebesar 1,024%. Sementara, kadar asam lemak bebas pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,5N HCl memiliki nilai kadar yang rendah yakni, 0,768%. Dengan data yang diperoleh tadi, dapat diketahui bahwa semakin rendah nilai kadar asam lemak bebas semakin baik pula karbon aktif dalam proses adsorpsi.

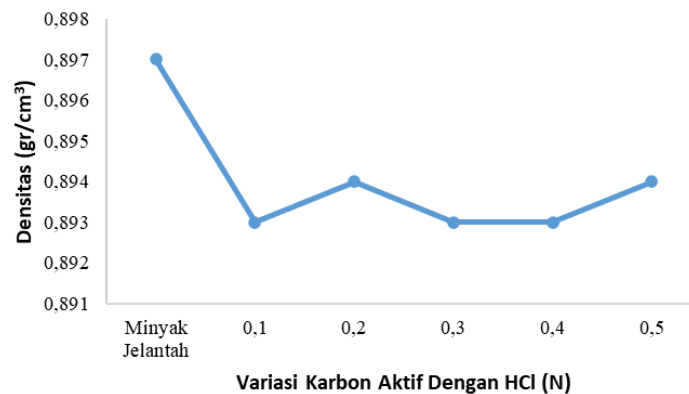
Pengaruh Bilangan Asam Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 7. Grafik Pengaruh Bilangan Asam Terhadap Variasi Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 7. menunjukkan bahwa nilai bilangan asam pada minyak jelantah sebelum diolah memiliki nilai yang tinggi yakni, sebesar 2,241 mgKOH/g. Sementara, nilai bilangan asam pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan 0,5N HCl memiliki nilai kadar yang rendah yakni, 1,681 mgKOH/g. Dengan data yang diperoleh tadi, dapat diketahui bahwa semakin rendah nilai bilangan asam semakin baik pula karbon aktif dalam proses adsorpsi.

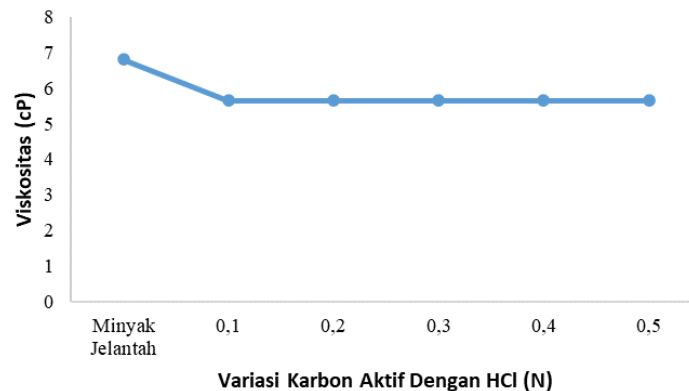
Pengaruh Densitas Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 8. Grafik Pengaruh Densitas Terhadap Variasi Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 8. menunjukkan bahwa densitas pada minyak jelantah sebelum diolah memiliki nilai yakni, sebesar 0,897 gr/cm³. Sementara, nilai densitas pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan HCl memiliki nilai densitas rata-rata yakni, 0,893 gr/cm³.

Pengaruh Viskositas Terhadap Variasi Karbon Aktif



Gambar 9. Grafik Pengaruh Viskositas Terhadap Variasi Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 9. menunjukkan bahwa viskositas terhadap variasi karbon aktif menggunakan larutan HCl memiliki nilai viskositas rata-rata sebesar 5,644 cP. Sementara, pada minyak jelantah sebelum diolah memiliki nilai viskositas sebesar 6,803 cP.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari sludge waste dan diaktivasi menggunakan larutan HCl. kualitas karbon aktif yang dihasilkan dari sludge waste memiliki karakteristik berbentuk butiran dan berwarna hitam. Berdasarkan standar SNI data yang diperoleh masih perlu ditingkatkan kembali penelitian ini untuk mencapai nilai yang memenuhi standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, L., Aziz, I., Nurbayti, S., & Octavia, C. A. (2016). Pembuatan Biodiesel dengan Cara Adsorpsi dan Transesterifikasi Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(1), 71–80. <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3107>
- Adhika, D. R., Anindya, A. L., Tanuwijaya, V. V., & Rachmawati, H. (2018). *Teknik Pengamatan Sampel Biologi dan Non-konduktif Menggunakan*.
- Al Qory, D. R., Ginting, Z., Bahri, S., & Bahri, S. (2021). Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif Dari Biji Salak (Salacca Zalacca) Sebagai Adsorben Alami Dengan Aktivator H₂SO₄. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 26. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i2.4727>
- Almahbashi, N. M. Y., Kutty, S. R. M., Ayoub, M., Noor, A., Salihi, I. U., Al-Nini, A., Jagaba, A. H., Aldhawi, B. N. S., & Ghaleb, A. A. S. (2021). Optimization of Preparation Conditions of Sewage sludge based Activated Carbon. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(2), 1175–1182. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.07.026>
- Amari, A., Noreen, A., Osman, H., Sammen, S. Sh., Al-Ansari, N., & Salman, H. M. (2023). Investigation of the viable role of oil sludge-derived activated carbon for oily wastewater remediation. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1138308. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1138308>
- Anggriani, U. M., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2021). *Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb)*. 12(02).
- Anifah, E. M., Ariani, I. K., Hayati, R. N., & Nugraha, S. A. (2022). Adsorption of Oil and Grease in Wastewater using Activated Carbon Derived from Sewage Sludge. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1098(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1098/1/012043>

- Aryani, F. (2019). Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia pada Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L). *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 16.
<https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44743>
- Efiyanti, L., Wati, S. A., & Maslahat, M. (2020). Pembuatan dan Analisis Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Proses Kimia dan Fisika. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 14(1), 94. <https://doi.org/10.22146/jik.57479>
- Hayati, F., Mizwar, A., & Jumar, J. (2016). Pemanfaatan Limbah Lumpur Ipal Pabrik Karet Sebagai Bahan Baku Composting. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 1(1). <https://doi.org/10.20527/jukung.v1i1.1041>
- Lestari, I., Mahraja, M., Farid, F., Gusti, D. R., & Permana, E. (2020). Penyerapan Ion Pb(II) Menggunakan Adsorben Dari Limbah Padat Lumpur Aktif Pengolahan Air Minum. *Chemistry Progress*, 13(2).
<https://doi.org/10.35799/cp.13.2.2020.31391>
- Naji, S. Z., & Tye, C. T. (2022). A review of the synthesis of activated carbon for biodiesel production: Precursor, preparation, and modification. *Energy Conversion and Management: X*, 13, 100152.
<https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100152>
- Oko, S., Mustafa, M., Kurniawan, A., & Muslimin, N. A. (2020). Pemurnian Minyak Jelantah dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(2), 124.
<https://doi.org/10.26578/jrti.v14i2.6067>
- Pranoto, K., Pahilda, W. R., Abfertiawan, M. S., & Sutikno, A. (2019). *Teknologi Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Air Limbah Pemukiman Karyawan Dan Perkantoran PT Kaltim Prima Coal*. 1.
- Ramadhani, L. F., Imaya M. Nurjannah, Ratna Yulistiani, & Erwan A. Saputro. (2020). Review: Teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2), 42–53. <https://doi.org/10.36706/jtk.v26i2.518>
- Rengga, W. D. P., Seubsai, A., Roddecha, S., Yudistira, A., & Wiharto, A. D. (2021). Isotherm adsorption of free fatty acid in waste cooking oil used activated carbon of banana peel as bio-adsorbent. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(3), 032008.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/3/032008>
- Salmariza, S., Mardiaty, M., Mawardi, M., Sofyan, S., Ardinal, A., & Purnomo, Y. (2016). Adsorpsi Ion Cr (VI) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Industri Crumb Rubber. *Jurnal Litbang Industri*, 6(2), 135.
<https://doi.org/10.24960/jli.v6i2.1596.135-145>
- Sari, R. M., & Kembaren, A. (2019). Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas dalam Mereduksi Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) pada Minyak Goreng Bekas sebagai Biodiesel. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 2(1), 124–128.
<https://doi.org/10.32734/st.v2i1.329>
- Shahid, E. M., & Jamal, Y. (2011). Production of biodiesel: A technical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4732–4745.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.079>
- Sugito, S., & Rachmad Setiawan, A. K. (2022). Uji Performa AAS Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Cu Menggunakan CRM 500 dan CRM 697 Di UPT Laboratorium Terpadu UNS. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(1), 1–6.
<https://doi.org/10.14710/jplp.4.1.1-6>
- Wang, H., Li, H., Song, Q., Gao, L., & Wang, N. (2017). Adsorption of Phthalates on Municipal Activated Sludge. *Journal of Chemistry*, 2017, 1–7.
<https://doi.org/10.1155/2017/4160929>