

**ADSORPSI RHODAMIN B MENGGUNAKAN ADSORBEN KARBON
AKTIF DARI DAUN KETAPANG (*TERMINALIA CATAPPA*)****Dandy Frandica, Masrullita*, Raudhatul Ulfa, Suryati, Sulhatun, Nurmalita**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

*e-mail: masrullita@unimal.ac.id

Abstrak

Adsorpsi ialah proses penyerapan molekul terlarut pada permukaan pori-pori. Daun ketapang mempunyai kandungan senyawa tanin, gugus hidroksil, dan gugus karboksil. Rhodamine B yang digunakan secara berlebihan dapat mempengaruhi fotosintesis dan pH air. Tujuan penelitian ini ialah untuk menganalisa pengaruh ukuran partikel dan massa adsorben terhadap persen penyerapan dan kapasitas penyerapan serta uji gugus fungsi. Penelitian ini mengkaji kemampuan adsorben daun ketapang untuk menyerap zat pewarna sintetik rhodamin B dengan memvariasikan massa dan ukuran partikel adsorben daun ketapang yang teraktivasi asam fosfat (H_3PO_4). Proses pembuatan adsorben daun ketapang dikarbonisasi dengan suhu $300^\circ C$ selama 1 jam, diayak dengan ukuran 40, 60, 80 dan 100 mesh, diaktivasi dengan asam fosfat 10% selama 24 jam. Daun ketapang yang telah diaktivasi dengan variasi massa adsorben 0,3; 0,5; 0,7 dan 0,9 gram. Adsorpsi berlangsung 90 menit dan adsorbansi diukur dengan alat spektrofotometer UV-Vis. Karakterisasi karbon aktif diuji dengan alat FTIR untuk mengetahui gugus fungsi. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas adsorpsi maksimum pada adsorpsi menggunakan adsorben daun ketapang adalah 3321,62 mg/g. Efisiensi adsorpsi maksimum pada adsorpsi menggunakan adsorben daun ketapang adalah 99,87%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah massa adsorben berbanding terbalik terhadap kapasitas penyerapan sedangkan ukuran partikel berbanding lurus dengan kapasitas penyerapan dan massa serta ukuran partikel adsorben berbanding lurus dengan efisiensi penyerapan.

Kata Kunci: Daun Ketapang, Adsorpsi, Aktivasi, H_3PO_4 dan Zat Warna Rhodamin B.

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i3.15141>

1. Pendahuluan

Rhodamine B ialah zat pewarna sintesis yang memiliki sifat basa serta polaritas yang tinggi sehingga dapat larut dalam pelarut yang polar, seperti air maupun alkohol. Rhodamine B yang digunakan secara berlebihan dapat mempengaruhi fotosintesis dan pH dalam air yang mengakibatkan

mikroorganisme dan hewan di sekitar kawasan perairan dapat terganggu (Hasna dkk., 2021). *Rhodamine B* memiliki inti benzen yang stabil, sehingga sulit untuk degradasi terhadap mikroorganisme secara alami, mengalami iritasi, karsinogenik, dan dapat mengakibatkan kerusakan pada hati (Madina dkk., 2017).

Salah satu pengolahan limbah dapat dilakukan dengan proses adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu penyerapan molekul dalam larutan pada permukaan pori-pori (Hasna dkk., 2021). Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan media karbon aktif digunakan sebagai adsorben. Karbon aktif adalah penyerap yang sangat baik dan digunakan secara luas karena area permukaan dan ukuran mikropori yang besar, dan relatif gampang untuk regenerasi (Maulinda dkk., 2015).

Karbon aktif digunakan sebagai adsorben (Kurniati., dkk., 2019). Karbon aktif adalah bahan adsorben yang terbuat dari bahan baku dengan kandungan karbon. Bahan ini memiliki banyak pori-pori yang dapat menyerap zat-zat lain. Karbon aktif dikarbonisasi pada suhu 250°C hingga 400°C (Meriatna dkk., 2020). Proses aktivasi karbon aktif dilakukan untuk mengurangi kadar air dan meningkatkan kualitas serapannya (Al Qory dkk., 2021). Proses ini bertujuan untuk meningkatkan pori-pori karbon sehingga dapat menyerap lebih banyak gas dan cairan (Wardah dkk, 2023). Daun ketapang mengandung senyawa tanin, gugus hidroksil, dan gugus karboksil (Oktaviani & Takwanto, 2023).

2. Metode Penelitian

Metode penelitian mencakup alat, bahan, dan langkah-langkah penelitian sebagai berikut.

2.1 Bahan-bahan dan Alat-alat

Bahan yang diperlukan yaitu daun ketapang, rhodamin B, asam fosfat, dan air suling. Peralatan yang digunakan meliputi labu *erlenmeyer*, *shaker*, *oven*, ayakan, *spektrofotometer UV-vis*, dan alat-alat lain yang diperlukan.

2.2 Prosedur Penelitian

Untuk membuat karbon aktif menggunakan daun ketapang yang berwarna kecoklatan, dipotong kecil-kecil. Proses pembuatan karbon aktif dari daun ketapang berlangsung pada suhu karbonisasi 300°C selama 1 jam. Karbon aktif tersebut kemudian diayak dengan ukuran mesh 40, 60, 80, dan 100 dan diaktivasi

dengan asam fosfat 10% dengan lama perendaman 24 jam. Karbon aktif kemudian disaring, dinetralkan dengan air suling, dan di oven pada suhu konstan 105°C hingga konstan.

Mekanisme adsorpsi dilakukan dengan menimbang massa adsorben daun ketapang sebanyak 0,3, 0,5, 0,7, dan 0,9 gram, serta konsentrasi larutan Rhodamin B sebesar 20 ppm. 50 ml larutan rhodamin B dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* dan diaduk menggunakan shaker pada kecepatan putaran shaker adalah 150 rpm dan waktu kontak 90 menit. Kemudian saring filtrat dan adsorbennya dengan kertas saring. Konsentrasi akhir yang teradsorpsi diukur dengan *spektrofotometer UV-vis*.

3. Hasil Penelitian

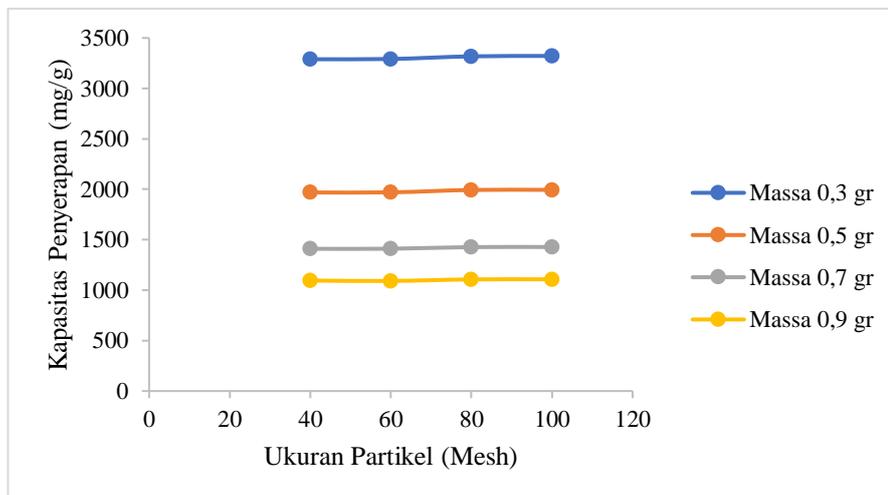
Adapun hasil penelitian adalah.

3.1 Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi dapat diartikan bahwa jumlah polutan yang dapat diserap oleh tiap satu gram penyerap (adsorben) (Alfiany & Bahri, 2013). Sebelum dilakukan adsorpsi zat warna Rhodamin B, konsentrasi awal Rhodamin B tersebut adalah 20 Ppm.

$$q_e = \frac{V(C_o - C_e)}{m} \quad (1)$$

Konsentrasi akhir RhB(Ce)mg/L, konsentrasi awal RhB(Co)mg/L, massa adsorben karbon aktif (m)g, kapasitas adsorpsi (qe)mg/g, dan volume RhBV (L).



Gambar 1. Grafik Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Terhadap Kapasitas Penyerapan

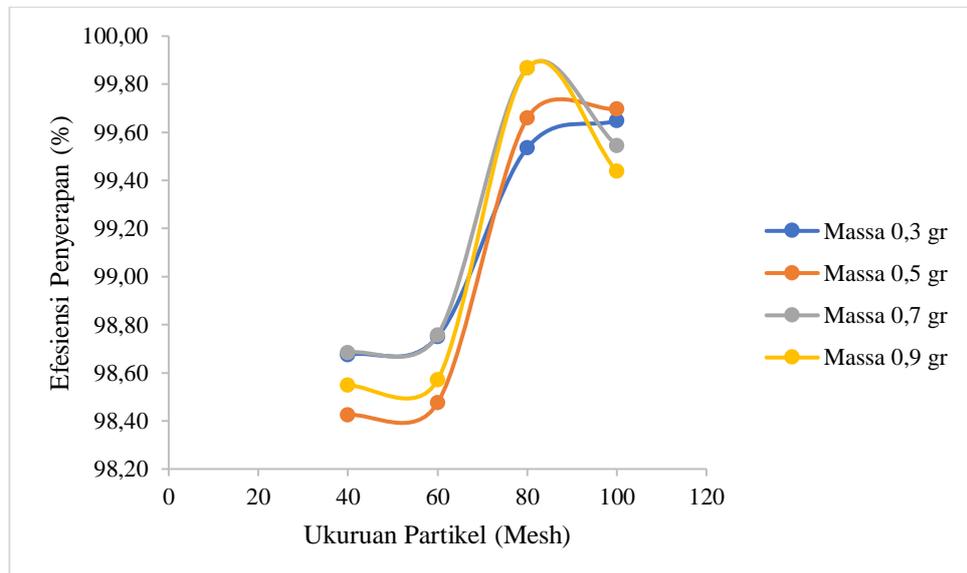
Kapasitas penyerapan tertinggi dihasilkan pada massa 0,3 gr dengan ukuran mesh 100 dan kapasitas adsorpsi 3321,6245 mg/g, sedangkan kapasitas paling rendah dihasilkan pada massa 0,9 gram dengan ukuran partikel 60 mesh dengan kapasitas penyerapan 1091,2799 mg/g. Ukuran partikel dan massa adsorben berpengaruh dalam kapasitas penyerapan zat warna Rhodamin B. Ukuran massa 0,3 gram kapasitasnya lebih tinggi dibandingkan massa 0,9 gram, hal ini terjadi karena pada adsorben 0,3 gram tersebar secara menyeluruh kedalam zat warna *Rhodamin B* sehingga penyerapan terjadi secara menyeluruh di permukaan adsorben dan mendapatkan kapasitas yang tinggi dibandingkan adsorben dengan massa 0,9 gram. Pada massa adsorben 0,9 gram didapat kapasitasnya lebih rendah, karena pada saat proses adsorpsi, adsorben tidak menyebar secara menyeluruh ke zat warna Rhodamin B dikarenakan terlalu banyak massa adsorben terdapat didalam zat warna *Rhodamin B*. Dilihat dari hasil penelitian bahwa pengaruh massa adsorben berbanding terbalik dengan besar kapasitas penyerapannya. Menurut (Anillza Silvi Reyra, Syarfi Daud, 2003) jumlah adsorben yang digunakan mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Kapasitas penyerapan dipengaruhi oleh jumlah luas permukaan adsorben yang belum semuanya berkontak langsung dengan adsorbat. Massa adsorben berbanding terbalik dengan sisi aktif adsorben. Hal ini menyebabkan kapasitas adsorpsi adsorben menurun. (Istighfarini dkk., 2017) juga memperkuat pernyataannya bahwa Banyaknya adsorben yang digunakan akan mempengaruhi tingkat kapasitas adsorpsi. Kapasitas adsorpsi adsorben berbanding terbalik dengan massa adsorben. Agregasi adsorben menghalangi permukaan adsorben terbuka dan mengurangi luas permukaan aktif adsorben, sehingga proses penyerapan menjadi kurang efisien dan mengurangi kapasitas penyerapan.

Kapasitas adsorpsi adsorben berbanding lurus dengan luas permukaan adsorben. Mesh 100 merupakan diameter partikel paling pada penelitian sehingga menghasilkan luas permukaan yang luas. Oleh karena itu, adsorben 100 mesh memiliki kapasitas adsorpsi yang tertinggi. Sementara itu, ukuran partikel yang

lebih kecil yaitu 40 mesh adsorben yang dihasilkan sedikit kasar seperti bentuk butiran pasir halus sehingga adsorben tidak memiliki luas permukaan yang cukup luas dibandingkan dengan mesh 100 sehingga kapasitasnya lebih rendah dibandingkan mesh 100 itu sendiri. Penyebabnya adalah karena area permukaan adsorben yang lebih besar, memungkinkan adsorben untuk menyerap jumlah adsorbat yang lebih banyak.. Menurut (Anillza Silvi Reyra, Syarfi Daud, 2003) yang menyatakan bahwa Kapasitas adsorpsi karbon aktif berbanding lurus dengan luas permukaannya. Semakin besar mesh yang digunakan, ukuran partikel karbon aktif akan semakin kecil. Ukuran partikel berbanding lurus dengan luas permukaannya, sehingga kapasitas adsorpsi karbon aktif juga meningkat. Partikel yang teradsorpsi lebih banyak diserap karena tersedia bagian aktifnya.

3.2 Efisiensi Penyerapan

Gambar 2 menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi dipengaruhi oleh ukuran partikel dan massa adsorben.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Terhadap Efisiensi Penyerapan.

Efisiensi penyerapan tertinggi didapatkan pada massa 0,7 gram dengan ukuran mesh 80 dengan efisiensi penyerapan 99,87% sedangkan efisiensi penyerapan terendah didapatkan pada massa 0,5 pada ukuran partikel 40 mesh dengan efisiensi penyerapan sebesar 98,42%. Penyerapan dapat menjadi lebih efisien

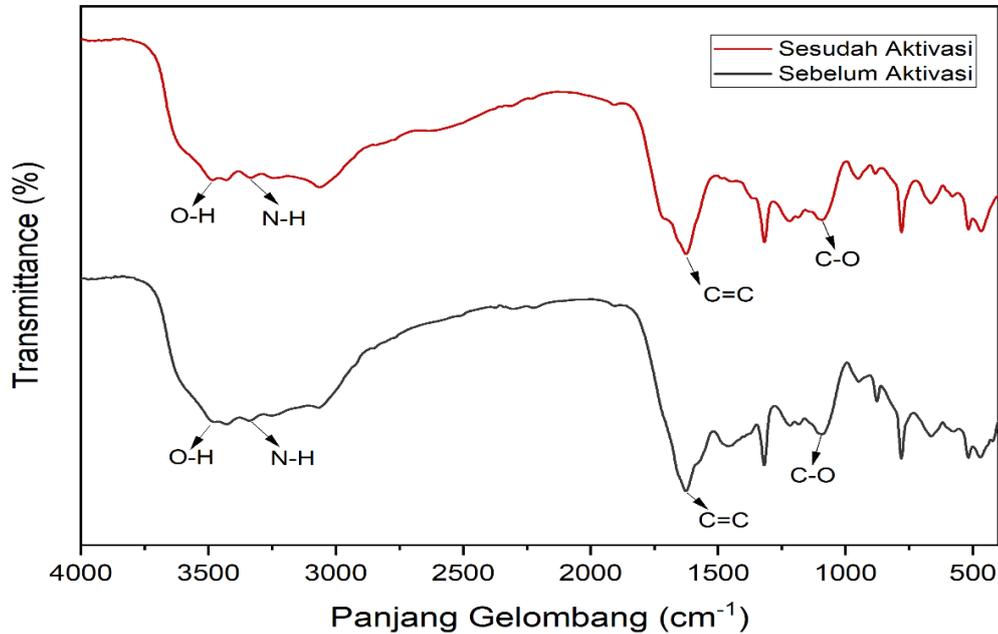
seiring dengan berkurangnya ukuran partikel. Mesh 80 dan 100 menghasilkan efisiensi penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesh 40 dan 60 karena Semakin besar ukuran partikel, diameter adsorben akan semakin kecil, yang mengakibatkan peningkatan efisiensi penyerapan zat warna *Rhodamin B*. Menurut (Prinandito dkk., 2022) yang menyatakan bahwa ukuran partikel adsorben mempengaruhi proses adsorpsi, ukuran partikel suatu adsorben berbanding lurus dengan luas permukaannya, memungkinkan terjadinya kontak yang lebih baik antara adsorben dan adsorbat.

Massa adsorben berbanding lurus dengan efisiensi penyerapan karena Semakin besar jumlah massa adsorben, jumlah adsorbat yang diserap semakin banyak. (Yusrita dkk., 2021) Semakin bertambahnya dosis adsorben akan meningkatkan efisiensi penyerapan. Peningkatan massa adsorben berbanding lurus dengan peningkatan jumlah partikel dan luas permukaan adsorben, yang meningkatkan jumlah situs pengikatan pewarna dan meningkatkan efisiensi penghilangan konsentrasi pewarna. Pada mesh 100 dengan berat massa adsorben 0,7 dan 0,9 gram terjadi penurunan efisiensi penyerapan, Jika massa adsorben terlalu besar maka akan terbentuk aglomerat sehingga Mengurangi area penyerapan dan mempersulit pergerakan massa selama proses penyerapan. (Pandia & Sitorus, 2016). Penurunan efisiensi penyerapan disebabkan dipengaruhinya konsentrasi dari zat warna *Rhodamin B*. Menurut (Arif & Mawardi, 2020) konsentrasi adsorbat yang tinggi menyebabkan efisiensi penyerapan menjadi sedikit, karena kemampuan adsorben sudah maksimum untuk menyerap. Akibatnya, jumlah partikel adsorben yang tersedia tidak sebanding dengan jumlah adsorbat dalam larutan., mengakibatkan munculnya titik jenuh dan menurunnya efisiensi penyerapan.. Menurut (Hasna dkk., 2021) Menurunnya efisiensi penyerapan disebabkan karena kapasitas penyerapan adsorben menurun dan adsorben mencapai titik kesetimbangan dinamis proses adsorpsi dan mulai menjadi jenuh.

3.3 Analisa Gugus Fungsi FTIR

Sampel adsorben daun ketapang sebelum aktivasi kimia dengan H_3PO_4 dan setelah aktivasi dengan H_3PO_4 dianalisis dengan metode FT-IR. Analisis

FTIR (Fourier transform inframerah) untuk mendeteksi gugus fungsi yang ada dalam adsorben. (Domiruddin dkk., 2018). Gambar 3 menunjukkan hasil uji gugus fungsi.



Gambar 3. Hasil Uji FTIR Adsorben Daun Ketapang

Adsorben daun ketapang sebelum aktivasi mempunyai gugus O-H dengan puncak pada $3477,66 \text{ cm}^{-1}$, dan setelah aktivasi, adsorben memiliki gelombang infra merah pada spektrum gugus O-H puncak hidroksil, alkohol, dan fenol pada $3483,44 \text{ cm}^{-1}$. Perpindahan gelombang disebabkan oleh vibrasi ulur gugus. Penambahan aktivator asam fosfat menghidrasi O-H, menghasilkan momen dipol bolak-balik akibat getaran, yang membuat puncak adsorben lebih tajam pada saat aktivasi. (Sylvia dkk., 2022). Menurut (Sa'bandi dkk., 2021) Adsorben memiliki gugus karboksil O-H dan dapat diperoleh dari uap air, selulosa, dan lignin. Rentang panjang gelombang antara $1625,99 \text{ cm}^{-1}$ hingga $1625,99 \text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan gugus C = C aromatik. Panjang gelombang $1091,71 \text{ cm}^{-1}$ hingga $1091,71 \text{ cm}^{-1}$ juga terdapat gugus ulur C-O dari lignin. Bila diaktifkan terdapat gugus NH dengan panjang gelombang $3336,85 \text{ cm}^{-1}$ (Fajriah, 2021) menyatakan bahwa Gugus fungsi O-H, N-H, karboksil dan karbonil kelompok adalah tempat penyerapan yang penting. Hal itu diperkuat oleh (Aticha Anata Putri dkk., 2017) Semakin banyak terdapat gugus autokromatik maupun

kromogenik dalam karbon, maka serapan gelombangnya semakin baik dan semakin tinggi nilai efisiensi. Hasil yang diperoleh pada uji analisa gugus fungsi FTIR dapat dilihat pada saat karbon aktif sebelum diaktivasi dan setelah aktivasi terdapat perbedaan pada saat sesudah aktivasi terbentuknya gelombang yang sedikit tajam karena di aktivasi menggunakan H_3PO_4 yang menyebabkan dilihatnya pori dari daun ketapang sedikit terbuka (Sylvia dkk., 2022).

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Massa adsorben daun ketapang berbanding terbalik terhadap kapasitas penyerapan, sedangkan ukuran partikel adsorben daun ketapang berbanding lurus terhadap kapasitas penyerapan.
2. Massa dan ukuran partikel adsorben daun ketapang berbanding lurus terhadap efisiensi penyerapan.
3. Kapasitas penyerapan maksimum adsorpsi menggunakan adsorben teraktivasi terjadi pada ukuran partikel 100 mesh dan massa 0,3 gr yaitu sebesar 3321,62 mg/g.
4. Persen penyerapan maksimum adsorpsi menggunakan adsorben teraktivasi terjadi pada massa 0,7 gram dengan ukuran partikel 80 mesh dengan efisiensi penyerapan sebesar 99,87%

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya tidak menggunakan ukuran partikel (mesh) terlalu tinggi seperti mesh 100 dan massa adsorben yang terlalu tinggi, karena dapat menyebabkan penurunan efisiensi penyerapan dari zat warna *Rhodamin B*. Selain itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan rentang variasi massa yang lebih tinggi sehingga dapat diketahui kapasitas dan efisiensi penyerapan dengan jelas dan tepat.

5. Daftar Pustaka

1. 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 H_2SO_4 . *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 26. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i2.4727>

2. Anillza Silvi Reyra, Syarfi Daud, S. R. Y. (2003). Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut. *Генерации. Momentum*, 48(4), 11–13. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/16742/16167>
3. Arif, M. D., & Mawardi. (2020). Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Terhadap Penyerapan Ion Logam Cr+6 Menggunakan Biomassa Alga Hijau *Mougeotia Sp* yang Diimobilisasi Dengan Natrium Silika. *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*, 9(2), 50–54. <https://doi.org/10.24036/p.v9i2.110117>
4. Aticha Anata Putri, Fatma Dhafir, & Abd Hakim Laenggeng. (2017). Analisis Rhodamin B pada Jajanan Makanan yang dijual di Area Pasar Bambaru kota Palu dan Pemanfaatannya Sebagaimedia Pembelajaran Biologi. *e-JIP BIOL*, 5(2), 9–19. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/EBiol/article/view/9367/7440>
5. Fajriah, H. N. (2021). Pemanfaatan Daun Ketapang (*Terminalia Cattapa L .*) Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb) Dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Sitrat (C₆H₈O₇) Use Of Ketapang Leaf (*Terminalia Cattapa L .*) As Adsorbent Of Lead (Pb) In Water Using Citric Acid Act. <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/10348>
6. Hasna, N., Suprayogi, D., & Hakim, A. (2021). Use Of Phosphoric Acid As Bioadsorbent Activator Of Ketapang Leaves (*Terminalia Sp.*) To Reduce Rhodamine B Contaminants. *Konversi*, 10(2), 81–88. <https://doi.org/10.20527/k.v10i2.11072>
7. Istighfarini, S. A. E., Hs, E., & Daud, S. (2017). Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Sabut Kelapa Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut. *Jom Fteknik*, 4(1), 1–8. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/15058>
8. Madina, F. E., Elvia, R., & Candra, I. N. (2017). Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika Dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamine B. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 1(2), 98–101. <https://doi.org/10.33369/atp.v1i2.3510>
9. Maulinda, L., Nasrul, Z., & Sari, D. N. (2015). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.69>

10. Meriatna, M., Sylvia, N., Seregar, F. S., Maulinda, L., & Zulmiardi, Z. (2020). Optimasi Kondisi Proses Adsorpsi Untuk Meningkatkan Kualitas Cpo Menggunakan Adsorben Karbon Aktif Sisa Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Pada Batch Column. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(1), 14. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i1.3032>
11. Pandia, S., & Sitorus, R. (2016). Penentuan Bilangan Iodin Adsorben Kulit Jengkol dan Aplikasinya dalam Penyerapan Logam Pb (II) pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 8–14. <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i4.1548>
12. Prinandito, S., Kurniawati, D., Alizar, A., & Nasra, E. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Fenol Menggunakan Biosorben Kulit Kelengkeng (*Dimocarpus longan* Lour). *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP*, 11(1), 29. <https://doi.org/10.24036/p.v11i1.113417>
13. Sa'bandi, F., Aini, S., Nizar, U. K., & Khair, M. (2021). Preparasi Karbon Aktif dari Limbah Pelempah Kelapa Sawit dengan Aktivasi Ultrasonik sebagai Adsorben Rhodamin B. *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*, 10(2), 59–63. <http://repository.unp.ac.id/id/eprint/33598>
14. Sylvia, N., Damanik, S., Muhammad, M., & ZA, N. (2022). Kajian Kolom Adsorpsi Zat Warna Methyl Orange menggunakan Adsorben dari Ampas Teh. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(2), 122. <https://doi.org/10.29103/jtku.v11i2.8084>
15. Yusrita, D., Daud, S., & HS, E. (2021). Pengaruh Dosis Adsorben Dan Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Logam Besi (Fe) Dan Warna Air Gambut Menggunakan Adsorben Tanah Lempung Gambut Yang Telah Diaktivasi. *Jom Fteknik*, 8(2), 1–10. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/viewFile/30848/29719>