



## Pemanfaatan Kayu Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) Sebagai Adsorben dalam Menurunkan Parameter Warna dan pH di dalam Limbah Cair Tekstil Sintetis

Ryan Dwi Prakoso, Rina Noor Hayati, Chandra Suryani Rahendaputri\*

Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan

Email Korespondensi : [chandra.suryani03@lecturer.itk.ac.id](mailto:chandra.suryani03@lecturer.itk.ac.id)

**Diterima:** 29 September 2023

**Disetujui:** 12 Oktober 2023

**Diterbitkan:** 30 Oktober 2023

### Kata Kunci:

Adsorpsi, Dosis, Gaharu, Kayu, Remazol Red

### ABSTRAK

Industri tekstil dapat menghasilkan berbagai permasalahan lingkungan, salah satunya adalah pewarna yang dibuang ke badan air. Industri batik shaho di Balikpapan menghasilkan pewarna remazol red yang mencapai 480 Pt-Co, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan. Salah satu pengolahan adalah menggunakan proses adsorpsi, menggunakan adsorben dari kayu gaharu. Pada penelitian ini, divariasikan dosis dan jenis gaharu dan dilihat pengaruhnya terhadap efisiensi penyerapan warna. Adapun metode yang digunakan adalah adsorpsi secara batch yang terdiri dari tahapan pembuatan adsorben, pembuatan limbah sintetis dan proses adsorpsi. Didapatkan bahwa seiring meningkatnya dosis adsorben, maka meningkat efisiensi penyerapan warna. Efisiensi penurunan konsentrasi warna berkisar antara 8.6% – 13.9% untuk adsorben gaharu dalam bentuk serbuk, sedangkan dalam bentuk karbon aktif lebih tinggi, berkisar antara 9.2%-15.3%.

**Received:** 29 September 2023

**Accepted:** 12 October 2023

**Published:** 30 October 2023

### Keywords:

Adsorption, Dose, Agarwood, Remazol Red

### ABSTRACT

The textile industry can produce various environmental problems, one of which is dyes that are discharged into water bodies. The shaho batik industry in Balikpapan produces remazol red dye that reaches 480 Pt-Co, therefore it needs to be managed. One of the management is using adsorption process, using adsorbent from agarwood. In this study, the dose and type of agarwood were varied and the effect on color absorption efficiency was observed. The method used is batch adsorption which consists of the stages of making adsorbents, making synthetic waste and the adsorption process. It was found that as the adsorbent dose increased, the color absorption efficiency increased. The efficiency of reducing color concentration ranged from 8.6% - 13.9% for agarwood adsorbent in powder form, while in the form of activated carbon it was higher, ranging from 9.2%-15.3%.

## 1. PENDAHULUAN

Industri tekstil adalah industri yang menghasilkan berbagai produk seperti serat, benang, kain dan pakaian. Salah satu industri manufaktur pakaian siap pakai jadi adalah industri batik. Salah satu Industri batik yang berada di kota Balikpapan adalah batik shaho Balikpapan. Industri batik Shaho menggunakan pewarna sintetis remazol dalam proses produksinya. Pewarna remazol digunakan sebagai pewarna sintetis karena menghasilkan warna yang terang. Air limbah tekstil dapat menyebabkan pencemaran air dan visual, sehingga dapat menyebabkan risiko kerusakan untuk lingkungan dan kesehatan (Sri Hartati et al., 2021). Berdasarkan hasil uji laboratorium, limbah cair batik Shaho memiliki konsentrasi TSS sebesar 295 mg/L, warna 480 Pt-Co, BOD 6.15 mg/L, COD 281 mg/L, pH 8,9 (Nugraha, 2023).

Nilai parameter warna, COD, dan TSS dari air limbah yang terdapat di batik shaho ini melebihi baku mutu dari Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.16 tahun 2019 mengenai perubahan kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, dimana baku mutu warna adalah 200 Pt-co, COD 150 mg/L, dan TSS 50 mg/L.

Sebagai upaya mencegah terjadinya kerusakan, perlu dilakukan pengolahan terhadap pewarna Remazol tersebut, Pengolahan dapat dilakukan dengan menggunakan metode adsorpsi. Proses adsorpsi memiliki kemampuan dalam menyerap adsorbat atau senyawa pada bagian permukaan adsorben yang dapat berupa senyawa organik, zat warna, serta ion logam pada sebuah larutan. Proses adsorpsi telah dilakukan untuk mengadsorpsi warna pada penelitian terdahulu dengan menggunakan bio adsorben berupa FABA, arang aktif batang ubi kayu, arang kayu bakau, arang kayu

gelam, arang tempurung kelapa dan karbon aktif, namun belum ada yang menggunakan kayu gaharu sebagai bio adsorben terhadap limbah pewarna tekstil [Nelda & Nugroho, 2006; Melawaty & Sandapadang, 2018; Nopilda, 2019; Mufrodi et al., 2008].

Pada penelitian Sri Hartati, et al (2019) pemanfaatan *bottom ash* batubara dan kayu gaharu dalam pengolahan air limbah produksi kain Jumputan Palembang dapat menurunkan parameter BOD 5,98 mg/l, COD 15 mg/l, TSS 22,3 mg/l, pH 7,32, warna 5 Pt-Co, dan kekeruhan 0 NTU. Kayu gaharu memiliki zat lignolelulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Menurut Wardono (2006) dalam Arini (2020), serbuk kayu memiliki pori yang bersifat higroskopik, sehingga air akan dengan mudah mengisi pori – pori tersebut (Arini & Aminah, 2020). Kayu gaharu berkualitas rendah dan sisa kayu gaharu dari industri parfum dapat dijadikan karbon aktif yang digunakan sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair batik.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorben kayu gaharu dalam penurunan bahan pencemar seperti warna dan pH. Dosis dan jenis kayu gaharu menjadi variasi dalam mengetahui adsorben yang paling optimum dalam penyerapan bahan pencemar di dalam limbah cair tekstil sintetis.

## 2. METODE

Pada penelitian ini akan diuji pengaruh jenis dan dosis adsorben kayu gaharu terhadap efisiensi penurunan warna dan pH dengan menggunakan adsorben kayu gaharu pada limbah cair tekstil sintetis. Adapun tahapan penelitian ini antara lain, pembuatan limbah sintetis, pembuatan adsorben dan proses adsorpsi, dan analisis data.

### 2.1 Pembuatan Adsorben Serbuk Kayu Gaharu

Pada penelitian ini, kayu gaharu didapatkan dari petani gaharu di kelurahan teritip, Balikpapan. Kayu gaharu yang digunakan adalah kayu gaharu yang mengalami gagal panen dan tidak terpakai (gambar 1).



**Gambar 1.** Kayu Gaharu Yang Digunakan Pada Penelitian

Kayu gaharu yang didapatkan kemudian melalui beberapa tahapan. Pada tahap preparasi, kayu ditimbang dan dicatat beratnya. Pada tahap dehidrasi, kayu gaharu yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°celcius selama 12 jam untuk menghilangkan kadar air. Selanjutnya kayu dihancurkan menggunakan kapak dan dijadikan serbuk. Kayu yang telah menjadi serbuk, kemudian

diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Hasilnya diperoleh adsorben jenis serbuk kayu gaharu tanpa perlakuan apapun.

### 2.2 Pembuatan Adsorben Karbon Aktif Kayu Gaharu

Pada pembuatan adsorben dengan bentuk karbon aktif, kayu gaharu yang didapatkan kemudian melalui beberapa tahapan. Setelah tahapan yang sama untuk menghilangkan kadar air, kayu yang telah dipotong menggunakan kapak, kemudian memasuki tahap pirolisis. Pada tahap ini, kayu gaharu dimasukkan ke dalam reaktor *furnace* pada suhu 450 °C dengan waktu 1 jam, kemudian karbon aktif dihaluskan menggunakan ayakan 100 mesh. Pada proses aktivasi, arang direndam dengan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% selama 12 jam. Setelah itu arang dicuci dan diberi larutan basa KOH untuk menetralkan pH adsorben karbon aktif yang sudah diaktivasi larutan asam. Setelah pH adsorben netral maka selanjutnya akan disaring lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 180°C dengan waktu 2 jam (Arianti et al., 2022). Hasilnya diperoleh arang aktif kayu gaharu.

### 2.3 Pembuatan Limbah Sintetis

Pembuatan limbah sintetis dimulai dengan membuat larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm dalam 1 liter dengan cara melarutkan 1,0 gram Remazol Red dalam air suling hingga 1000 ml. Larutan kemudian diencerkan hingga 100 ppm untuk proses adsorpsi. Parameter karakteristik awal limbah sintetis yang diukur adalah pH dan warna.

### 2.4 Proses Adsorpsi

Percobaan dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan 100 ml sampel air larutan zat warna remazol red dengan konsentrasi awal 100 ppm yang dimasukkan ke dalam beaker glass dan ditambahkan adsorben kayu gaharu yang divariasikan massa adsorben 3,2 gr, 4 gr, 4,8 gr, 5,6 gr dalam setiap 100 ml dari larutan remazol red. Selanjutnya diaduk dengan magnetic stirrer dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Adsorpsi dilakukan dengan waktu adsorpsi 120 menit (gambar 2). Proses adsorpsi dilakukan secara batch. Setelah proses adsorpsi berlangsung, hasil adsorpsi disaring menggunakan kertas saring dan dianalisis dengan spektrofotometri.



**Gambar 2.** Proses Adsorpsi Pada Jenis Adsorben (a) Serbuk Gaharu, (b) Karbon Aktif Gaharu

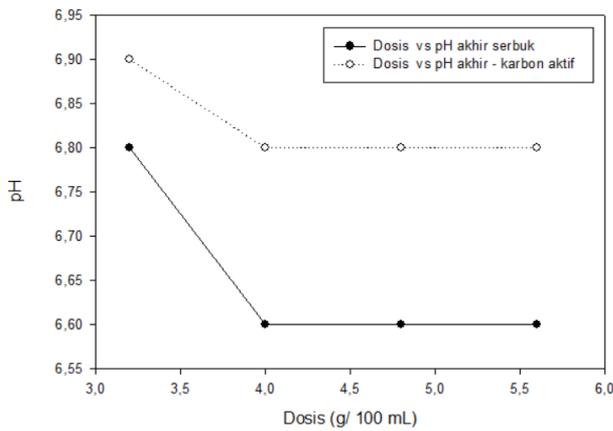
**2.5 Analisis Data**

Analisis pengaruh dari adsorben terhadap pH dan efisiensi penyerapan warna dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif dan dibaca dari hasil grafik. Pada penelitian ini, dikarenakan data yang diambil kurang dari 20, tidak dilakukan analisis secara statistik.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Pengaruh Dosis dan Jenis Adsorben Terhadap pH Adsorpsi**

Nilai pH akhir setelah proses adsorpsi ditunjukkan pada gambar 3

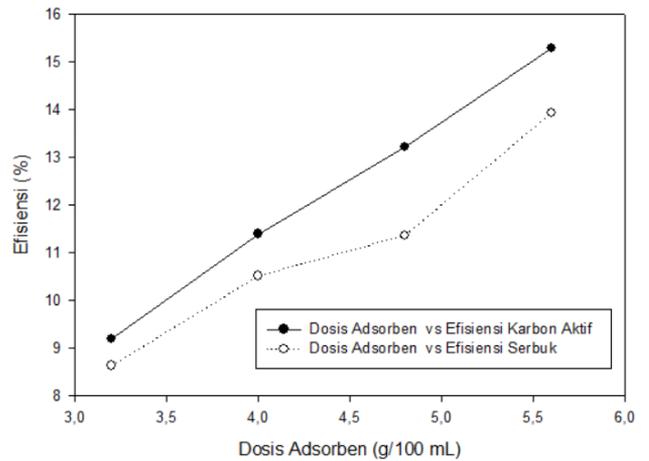


**Gambar 3.** pH Akhir Larutan Setelah Proses Adsorpsi

Pada adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif dan serbuk kayu gaharu menyebabkan nilai pH turun dari nilai pH awal. Pada kedua jenis adsorben, penurunan pH larutan setelah adsorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya massa adsorben, dan cenderung stabil pada dosis 4 g/ 100 mL dan seterusnya. Namun dapat dilihat pada jenis gaharu yang hanya berupa serbuk, penurunan pH akan lebih tinggi dibandingkan dengan gaharu jenis karbon aktif.

**3.2 Pengaruh Dosis dan Jenis Adsorben Terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi Warna**

Dosis adsorben akan mempengaruhi kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi zat warna. Dalam penelitian ini, divariasikan dosis dari serbuk dan karbon aktif kayu gaharu sebesar 3,2 gr, 4 gr, 4,8 gr, 5,6 gr dalam setiap 100 ml dari larutan remazol red. Hasil dari efisiensi penyerapan warna dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



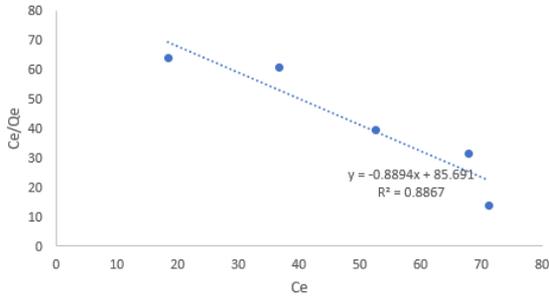
**Gambar 4.** Pengaruh Dosis dan Jenis Adsorben Terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi Warna

Efisiensi penurunan konsentrasi warna berkisar antara 8.6% – 13.9% untuk adsorben gaharu dalam bentuk serbuk, sedangkan dalam bentuk karbon aktif lebih tinggi, berkisar antara 9.2%-15.3%. Dari gambar 4, dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya kadar dosis adsorben, maka efisiensi penyerapan warna juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh, dengan meningkatkan dosis, maka semakin tinggi luas permukaan yang dimiliki adsorben, dan meningkatkan titik untuk adsorbate melekat pada adsorben (Namasivayam et al., 2001).

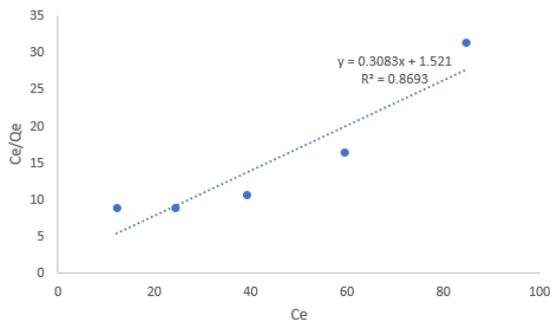
Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menggunakan serbuk kayu dalbergia untuk mengadsorpsi pewarna rhodamine-b, dimana pada variasi dosis 0.015 g/L hingga 0.035 g/L, didapatkan bahwa seiring dengan meningkatnya dosis, maka meningkat juga efisiensi dari adsorpsi (Shrestha, 2021). Penelitian yang lain menggunakan kayu apel untuk mengadsorpsi pewarna *Malachite Green* dengan memvariasikan dosis 0.05 hingga 0.4 g pada 100 mL larutan pewarna, dan didapatkan hasil yang sama, yaitu adsorpsi meningkat dengan menambahkan dosis (Sartape et al., 2017).

**3.3 Analisis Model Isotherm Adsorpsi**

Isotherm adsorpsi merupakan faktor penting dalam menentukan kapasitas adsorpsi maksimum (Kaveeshwar et al., 2018). Model isotherm yang digunakan untuk dikaji dalam penelitian ini adalah model isotherm Freundlich dan Langmuir dengan waktu kontak 2 jam untuk semua variasi dosis adsorpsi. Perhitungan isotherm adsorpsi sama seperti yang telah dijelaskan pada penelitian terdahulu dengan memanfaatkan *activated spent bleaching earth*, untuk mengadsorpsi pewarna rhodamine-B (Prasidya et al., 2022). Model isotherm Langmuir dapat dilihat pada gambar 5 dan Freundlich dapat dilihat pada gambar 6.

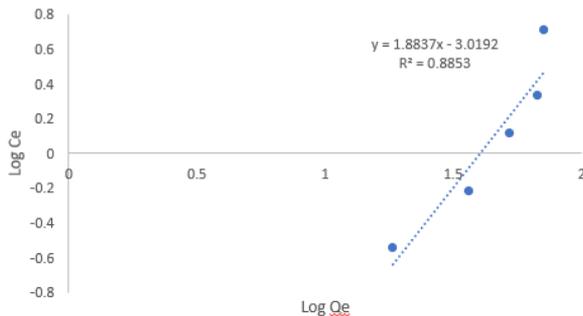


(a)

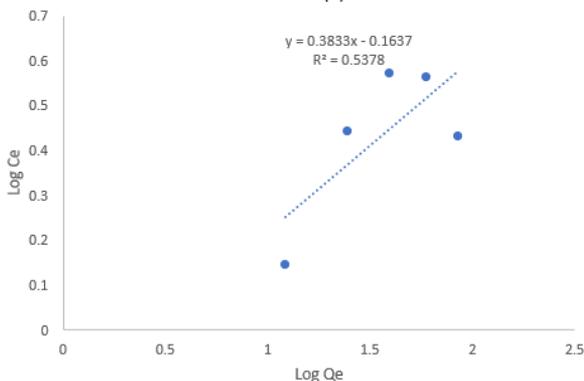


(b)

**Gambar 5.** Isotherm Langmuir (a) Serbuk Gaharu, (b) Karbon Aktif Gaharu



(a)



(b)

**Gambar 6.** Isotherm Freundlich (a) Serbuk Gaharu, (b) Karbon Aktif Gaharu

Gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan nilai koefisien korelasi antara model isotherm Freundlich dan Langmuir. Di antara kedua model Isotherm tersebut, koefisien korelasi

Langmuir paling mendekati dengan nilai 1 sebesar 0,8867 untuk adsorben serbuk dan 0,8693 untuk adsorben karbon aktif, sehingga dapat dikatakan proses adsorpsi warna pada pewarna remazol red dengan adsorben karbon aktif dan serbuk lebih dapat digambarkan dengan model Isotherm adsorpsi Langmuir dari pada isotherm Freundlich. Hasil ini sejalan dengan penelitian terhadap penyerapan warna Remazol Black B menggunakan tempurung kelapa yang tidak diaktivasi dan diaktivasi, keduanya mengikuti model isotherm langmuir (Sastrawidana, 2022). Menurut Sembodo (2006) dalam Miri dkk (2022), model ini menunjukkan bahwa adsorpsi terjadi melalui ikatan kimia antara adsorben dan adsorbat, juga terjadi secara monolayer, dimana tidak ada interaksi dari molekul yang teradsorpsi (Miri & Narimo, 2022).

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan terkait pemanfaatan kayu gaharu sebagai adsorben dalam limbah cair tekstil sintetis yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dosis adsorben dan jenis adsorben berpengaruh terhadap proses adsorpsi warna dan tidak berpengaruh pada nilai pH dalam air limbah tekstil sintetis menggunakan adsorben karbon aktif dan serbuk kayu gaharu dengan efisiensi penyisihan warna sebesar 15,28% karbon aktif dan 13,93% serbuk dan nilai pH sebesar 6,9.
2. Model isotherm adsorpsi warna dan pH menggunakan adsorben kayu gaharu yaitu model isotherm Langmuir yang mengindikasikan proses adsorpsi terjadi pada lapisan tunggal (monolayer) dan homogen.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Karya ini didukung oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Institut Teknologi Kalimantan (LPPM ITK) (Nomor hibah: 3621/IT10.II/PPM.04/2023).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Jumlah sumber literatur dalam satu artikel minimal **dua puluh (20)**, dengan 70% berasal dari artikel ilmiah terbitan sepuluh (10) tahun terakhir. Penulis dapat mengikuti contoh penulisan literatur untuk me
- Arianti, W., Pramasari, H., & Widodo, L. (2022). Penyerapan Zat Warna Remazol Red Menggunakan Adsorben Arang Aktif Batang Ubi Kayu. *ChemPro*, 3, 14–19. <https://doi.org/10.33005/chempro.v3i1.128>
- Arini, G. A., & Aminah, S. (2020). Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectona Grandis L.F) Sebagai Adsorben Logam Cu (Ii). *Media Eksakta*, 16(2), 89–97. <https://doi.org/10.22487/me.v16i2.739>
- Kaveeshwar, A. R., Kumar, P. S., Revellame, E. D., Gang, D. D., Zappi, M. E., & Subramaniam, R. (2018). Adsorption properties and mechanism of barium (II) and strontium (II) removal from fracking wastewater using pecan shell based activated carbon. *Journal of Cleaner Production*, 193, 1–13.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.041>
- Melawaty, L., & Sandapadang, S. (2018). *ARANG KAYU BAKAU SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA ERYONIL BRILL BLUE*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:226896521>
- Miri, N. S. S., & Narimo. (2022). Review : Kajian Persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich pada Adsorpsi Logam Berat Fe ( II ) dengan Zeolit dan Karbon Aktif dari Biomassa. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 2(2), 58–71. <http://kireka.setiabudi.ac.id>
- Mufrodi, Z., Widiastuti, N., & Kardika, R. C. (2008). Adsorpsi Zat Warna Tekstil Dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Untuk Variasi Massa Adsorben Dan Suhu Operasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Kimia Dan Tekstil*, 90–93.
- Namasivayam, C., Radhika, R., & Suba, S. (2001). Uptake of dyes by a promising locally available agricultural solid waste: coir pith. *Waste Management*, 21(4), 381–387. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(00\)00081-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0956-053X(00)00081-7)
- Nelda, Al. K. M., & Nugroho, D. F. L. (2006). *PENELITIAN KAPASITAS ADSORPSI ZAT WARNA C.I REACTIVE ORANGE 16 OLEH ARANG KAYU, ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN KARBON AKTIF DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN ISOTERM MODEL FREUNDLICH DAN LANGMUIR*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:127012843>
- Nopilda, L. (2019). *PEMANFAATAN ARANG KAYU GELAM SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR LIMBAH ZAT WARNA KAIN JUMPUTAN DI SENTRA INDUSTRI KAMPUNG KAIN KELURAHAN TUAN KENTANG KECAMATAN SEBERANG ULU I KERTAPATI KOTA PALEMBANG*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:201299506>
- Prasidya, D. A., Novembrianto, R., Munawar, Jawwad, M. A. S., & Rhomadhoni, M. N. (2022). *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(2), 169–175.
- Sartape, A. S., Mandhare, A. M., Jadhav, V. V., Raut, P. D., Anuse, M. A., & Kolekar, S. S. (2017). Removal of malachite green dye from aqueous solution with adsorption technique using Limonia acidissima (wood apple) shell as low cost adsorbent. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S3229–S3238. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.12.019>
- Sastrawidana, I. D. K. (2022). Studi Efisiensi dan Isoterm Adsorpsi Remazol Black B Menggunakan Karbon dari Tempurung Kelapa yang Diaktivasi. *Jurnal Pirolisis*, 16(1), 1–11.
- Shrestha, D. (2021). Efficiency of wood-dust of dalbergia sisoo as low-cost adsorbent for rhodamine-B dye removal. *Nanomaterials*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/nano11092217>
- Sri Hartati, E., Hatta Dahlan, M., & Indah Sari, T. (2021). Utilization of Bottom Ash Coal and Agarwood in Waste Water Treatment in Palembang Jumputan Fabric. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.24845/ijfac.v6.i1.01>