



ANALISA PENURUNAN KADAR AMONIA DENGAN ARANG AKTIF AMPAS TEBU PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI MENGGUNAKAN APLIKASI PYTHON

Frabowo Prasetya^{a,*}, Andi Putra Bangun^b, M. Hasanuddin^c, Andi Syahrul Mubarak^a

^aProgram Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

Jl. Sunu No.220, Suangga, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90211, Indonesia

^bFakultas Ilmu Pengetahuan Teknologi, Program Studi Sistem Komputer, Universitas Trinita

Malalayang Satu Barat, Kec. Malalayang, Kota Manado, Sulawesi Utara, Indonesia

^cFakultas Ilmu Komputer, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Mega Buana

Jl. Andi Ahmad No. 25 Kelurahan Luminda, Kec. Wara Utara, Kota Palopo, 91912, Indonesia

*E-mail: fprasetya@atim.ac.id

Masuk Tanggal: 26 November, revisi tanggal: 27 Desember, diterima untuk diterbitkan tanggal: 31 Desember 2024

Abstrak

Ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif dengan harapan mampu menurunkan jumlah kadar amonia yang terkandung pada limbah cair. Visualisasi dengan aplikasi python akan dapat membantu dalam proses analisa penurunan kadar yang terkandung pada limbah cair industri. Penelitian ini bertujuan agar dalam penentuan kualitas arang aktif dari ampas tebu dengan melakukan pengujian terhadap kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang. Kemudian menentukan variasi massa arang aktif dari ampas tebu untuk menurunkan kadar amonia. Jenis penelitian ini dengan menggunakan metode eksperimental dengan variasi massa arang aktif 1 gram, 3 gram, 5 gram, dan 7 gram. Berdasarkan hasil penelitian analisa menggunakan aplikasi python arang aktif dapat diperoleh dari ampas tebu dengan kadar air yang diperoleh 9.03%, kadar abu 7.4%, kadar zat terbang 16.91%, dan kadar karbon aktif murni 66,66%. Untuk perolehan variasi massa arang aktif mempengaruhi efisiensi penurunan kadar amonia pada limbah cair industri dengan massa 1.021 gram atau sekitar 98.2% yang merupakan titik optimum arang aktif untuk menyerap amonia pada limbah cair industri.

Kata Kunci: Kadar amonia, Ampas tebu, Python

Abstract

Sugarcane bagasse can be utilized as activated carbon with the aim of reducing ammonia levels contained in wastewater. Visualization using Python applications can assist in analyzing the reduction process of ammonia levels in industrial wastewater. This study aims to determine the quality of activated carbon derived from sugarcane bagasse by testing its moisture content, ash content, and volatile matter content. Additionally, it seeks to determine the variation in the mass of activated carbon from sugarcane bagasse to reduce ammonia levels. This type of research employs an experimental method with variations in the activated carbon mass of 1 gram, 3 grams, 5 grams, and 7 grams. Based on the research findings analyzed using Python applications, activated carbon from sugarcane bagasse can be obtained with a moisture content of 9.03%, ash content of 7.4%, volatile matter content of 16.91%, and pure activated carbon content of 66.66%. The variation in activated carbon mass influences the efficiency of ammonia reduction in industrial wastewater, with an optimal mass of 1.021 grams or approximately 98.2%, representing the optimal point for activated carbon to absorb ammonia in industrial wastewater.

Keywords: Ammonia levels, Sugarcane bagasse, Python application

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan karbon aktif dapat mengatasi masalah pada limbah, pemurnian gas untuk desulfurisasi, penyaring dan penghilang warna

bau, pemurnian air, penghilang amonia, nitrit, fenol dan logam berat. Pentingnya adsorpsi dalam pengolahan limbah cair industri dikarenakan untuk meningkatkan porositasnya, agar efektif

dalam proses adsorpsi. Karbon aktif dapat mampu menurunkan kadar amonia yang terkandung pada limbah cair industri secara signifikan [1].

Arang aktif adalah karbon dengan peningkatan penyerapannya melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Proses ini meliputi unsur hidrogen, gas, dan air dihilangkan dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Selain itu juga dapat digunakan sebagai sumber energi karena arang dapat mampu menyerap zat-zat tertentu [2].

Bahan bakar dalam boiler yang biasanya digunakan dalam hal ini adalah ampas tebu (sugarcane bagasse) dapat menghasilkan energi pada pembuatan gula sehingga pada prosesnya akan menghasilkan cukup banyak ampas. Pada serat ampas tebu terdapat selulosa yang mengandung gugus aktif karboksil dan lignin yang mengandung gugus fenolat. Komposisi kimia ampas tebu terdiri dari adanya selulosa (37,65%), lignin (22,09%), pentosan (27,97%), SiO₂ (3,01%), abu (3,82%), dan sari (1,81%). Adanya kandungan selulosa dan lignin pada ampas tebu berpotensi untuk dikonversi menjadi sumber karbon sehingga berperan penting pada proses adsorpsi. Kandungan selulosa dan lignin menjadikan ampas tebu sebagai sumber karbon potensial yang dapat digunakan dalam proses adsorpsi. Batubara atau karbon merupakan hasil pembakaran tanpa oksigen (charring) berupa residu padat berwarna hitam dan berpori yang terbentuk akibat penguraian bahan organik melalui penghilangan air dan komponen [3].

Beberapa penelitian telah banyak dilakukan dalam proses mengolah limbah cair industri. Analisa pengaruh laju air limbah cair dan tinggi kolom adsorben terhadap penurunan kadar COD dan TSS dengan menggunakan ijuk, arang aktif, dan zeolit. Efisiensi penurunan COD tertinggi 67,5% [4]. Proses penurunan kadar amonia pada limbah cair industri menggunakan tahu dan tempe. Kondisi optimum yang dicapai pada penelitian ini masing-masing sebesar 60.600 mg/g dan 12.500 mg/g [5].

Pemrograman python merupakan salah satu bahasa pemrograman paling populer saat ini serta penggunaan aplikasi ini bersaing di berbagai bidang termasuk analisis data. Fleksibilitas dan kemudahan pengguna sehingga peneliti banyak menggunakan aplikasi ini. Bahasa python dapat melakukan analisis data, pengembangan web dan implementasi tes perangkat lunak [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi penurunan kadar amonia dengan arang aktif ampas tebu serta memvisualisasikan penggunaan aplikasi Python dalam pengolahan data hasil eksperimen.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian ini sifatnya eksperimental laboratorium yakni penggunaan limbah industri sebagai arang aktif terhadap proses penurunan nilai kadar amonia pada limbah cair industri dengan ampas tebu murni dan pengujian sampel pada variasi massa sebagai berikut:

2.1. Pembuatan Arang Aktif

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, dimulai dengan pembuatan arang aktif berbahan dasar ampas tebu. Proses ini diawali dengan pengeringan 200 gram ampas tebu di bawah sinar matahari selama satu hari. Setelah kering, ampas tebu dimasukkan ke dalam cawan petri dan dikeringkan menggunakan oven. Ampas yang telah kering kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 40 mesh. Tahap terakhir pembuatan arang adalah proses pengarangan, di mana ampas tebu dipanaskan di atas kompor selama 15 menit hingga menjadi arang, yang kemudian dibiarkan dingin.

Tahap berikutnya adalah aktivasi arang aktif. Arang yang telah dihasilkan direndam dalam larutan HCl 0,1 N selama 24 jam untuk meningkatkan daya serapnya. Setelah perendaman, arang disimpan di dalam desikator hingga mencapai suhu ruang. Karbon ampas tebu ini kemudian dicuci menggunakan akuades, disaring, dan hasil saringan dikeringkan di oven pada suhu 105°C. Arang aktif yang telah selesai diaktivasi siap digunakan untuk proses berikutnya.

Pengujian kualitas arang aktif dilakukan untuk menentukan kadar air, kadar abu, dan zat terbang yang terkandung. Untuk mengukur kadar air, 1 gram arang aktif ditimbang, ditempatkan dalam cawan petri, dan dipanaskan di oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Setelah didinginkan di desikator, cawan ditimbang ulang, dan kadar air dihitung menggunakan persamaan (1).

$$\text{Moisture Content (\%)} = \frac{\text{Initial Mass} - \text{Final Mass}}{\text{Initial Mass}} \times 100 \quad (1)$$

2.2. Pengujian Kadar Abu

Untuk pengujian kadar abu, 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan porselen dan dipijarkan dalam tanur pada suhu 800°C selama 2 jam. Setelah didinginkan, cawan ditimbang ulang, dan kadar abu dihitung menggunakan persamaan (2).

$$\text{Ash Content (\%)} = \frac{\text{Final Mass}}{\text{Initial Mass}} \times 100 \quad (2)$$

2.3. Pengujian zat terbang

Pengujian zat terbang dilakukan dengan cara serupa, tetapi tanur dipanaskan pada suhu 950°C

selama 7 menit. Zat terbang dihitung menggunakan persamaan (3).

$$\text{Volatile Matter (\%)} = \frac{\text{Initial Mass} - \text{Final Mass}}{\text{Initial Mass}} \times 100 \quad (3)$$

2.4. Pengujian kontak arang aktif dari ampas tebu dengan sampel air limbah industri

Tahap akhir adalah uji adsorpsi arang aktif terhadap air limbah. Massa arang aktif bervariasi (1 gram, 3 gram, 5 gram, dan 7 gram) dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer masing-masing. Sampel air limbah sebanyak 100 mL ditambahkan ke erlenmeyer, diaduk selama 30 menit menggunakan magnetic stirrer, kemudian disaring dengan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan disimpan dalam wadah terpisah dan diuji kadar amoniaknya menggunakan spektrofotometri UV-VIS. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas arang aktif berbahan dasar ampas tebu dalam menurunkan kadar amonia pada limbah cair industri.

2.5. Aplikasi Python dalam metode visualisasi grafik data analisa

Python merupakan pemrograman yang mudah digunakan. Kemudahan dalam membuat sintaks bahasa pemrograman ini dapat dengan mudah dipelajari oleh berbagai kalangan baik pemula ataupun yang sudah mahir dibidangnya. Pemilihan bahasa pemrograman ini dapat melakukan analisis data dan visualisasi data karenanya memiliki perpustakaan yang sangat luas seperti pemrograman statistik hingga lebih mendalam. Python memiliki berbagai fitur visualisasi, hal ini dikarenakan visual dalam membuat data lebih mudah diakses dan digunakan dalam berbagai bagan dan grafik yang interaktif [7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

1. Kualitas Arang Aktif

Hasil uji kualitas karbon aktif diperoleh melalui proses uji di laboratorium untuk mengetahui apakah kualitas karbon aktif yang dibuat sudah memenuhi syarat keberterimaan sesuai dengan SNI-06-3730-1995. Kualitas karbon aktif dapat dilihat dengan beberapa pengujian kualitas karbon aktif, antara lain penentuan kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan karbon aktif murni.

Tabel 1. Hasil analisa kualitas arang aktif

Parameter	Hasil Analisa arang aktif	Standar mutu arang aktif (SNI-06-3730-1995)
Kadar Air	9,03%	Maks 15%
Kadar Abu	7,4%	Maks 10%
Kadar zat terbang	16,91%	Maks 25%
Karbon aktif murni	66, 66%	Min 65%

2. Penurunan Kadar Amonia

Adapun jumlah kadar amonia dalam air limbah industri sebelum diberikan perlakuan pencampuran dengan arang aktif yaitu 232,08 mg/L. Setelah diberi perlakuan pencampuran dengan arang aktif ampas tebu dengan variasi massa 1 gram, 3 gram, 5 gram dan 7 gram dengan waktu pengadukan 30 menit. Hasil yang didapatkan yaitu terjadi penurunan kadar amonia berdasarkan tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil analisa penurunan kadar amonia

Variasi Massa	Kadar amonia pada air limbah industri		Standar baku air mutu air limbah (PERGUB No 69 2010)
	Sebelum Perlakuan	Sesudah Perlakuan	
1,021 gram	232,08 mg/L	4,284 mg/L	20 mg/L
3,002 gram	232,08 mg/L	5,137 mg/L	20 mg/L
5,004 gram	232,08 mg/L	7,013 mg/L	20 mg/L
7,008 gram	232,08 mg/L	6,376 mg/L	20 mg/L

3. Sintaks Bahasa pemrograman Python

Pada gambar 1, proses pembuatan sintaks dalam membuat visualisasi grafik data analisa. Package diperlukan dalam hal ini karena diharapkan modul ini dapat menampilkan grafik. Setiap data yang akan ditampilkan terlebih dahulu diberikan masing-masing variabel untuk menyimpan data. Variabel x, y, dan z adalah hasil data yang akan dibuatkan dalam bentuk grafik. Masing-masing variabel tersebut diberikan data dengan size yang sama (*type data integer*). Pemberian keterangan setiap variabelnya akan menambah kejelasan data yang akan dianalisa dan dibuat kedalam bentuk visualisasi data.

```

import matplotlib.pyplot as plt

y = [232.08, 232.08, 232.08, 232.08]
z = [4.284, 5.137, 7.013, 6.376]
x = [1.021, 3.002, 5.004, 7.008]

line1 = plt.plot(x, y, marker="x", label='before treatment')
line2 = plt.plot(x, z, marker="x", label='_after treatment')
line = line1 + line2
labels = [l.get_label() for l in line]
plt.legend(labels)

plt.xlabel('Mass Variation (gram)')
plt.ylabel('Ammonia Content (mg/L)')

plt.title('Graph of the Relationship between Mass Variation and Ammonia Content')
plt.grid(linestyle='--')

plt.show()

```

Gambar 1. Codingan pembuatan grafik diagram

3.2. Pembahasan

1. Kualitas Arang Aktif

Selulosa yang terkandung dalam ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif, karena kemampuannya untuk mengadsorpsi anion dan kation dalam air yang tercemar. Beberapa tahapan pembuatan karbon aktif yaitu proses dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Pengujian kualitas karbon aktif dilakukan berdasarkan standar SNI No.06-3730-1995 meliputi sifat fisik dan sifat kimia seperti kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan karbon aktif murni. Berikut adalah hasil dari penentuan kualitas karbon aktif ampas tebu.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel.1, Tujuan dari penentuan kadar air adalah untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada arang aktif ampas tebu tidak menutupi pori-porinya dan Uji ini juga untuk mengetahui jumlah air yang terkandung di dalam karbon aktif dan mengetahui sifat higroskopis karbon aktif. Adapun hasil pengujian kadar air pada ampas tebu, yaitu sebesar 9,03%, berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 kadar air yang didapatkan pada hasil penelitian memenuhi standar kualitas arang aktif yaitu 15%. Kadar air yang rendah akan meningkatkan mutu arang karena dapat meningkatkan daya serap terhadap cairan karena semakin kecil molekul dalam air arang aktif.

Penentuan kadar abu diasumsikan sebagai sisa mineral yang tersisa ketika sampel dibakar. Di dalam bahan dasar karbon aktif, terkandung senyawa-senyawa mineral dan senyawa karbon dimana sebagian mineral telah menguap pada saat proses karbonisasi dan aktivasi. Berdasarkan SNI 06-3730-1995, kadar abu di dalam karbon aktif tidak boleh melebihi 10%. Luas permukaan karbon aktif dapat berkurang jika terdapat penyumbatan pada pori-pori yang disebabkan oleh kandungan abu yang berlebihan. Kadar abu hasil pengujian yaitu sebesar 7,4%, berdasarkan SNI 06-3730-1995 hasil yang telah didapatkan sudah memenuhi standar baku kualitas arang aktif yaitu

maksimum 10%. Kualitas karbon aktif sangat dipengaruhi oleh kadar abu yang dihasilkan.

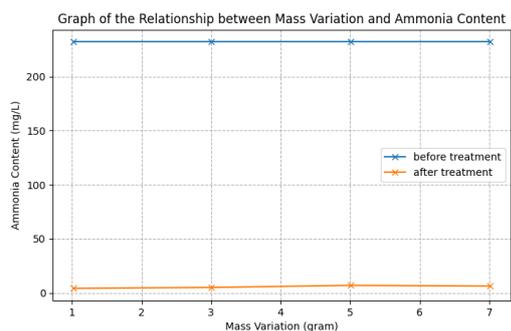
Penentuan kadar zat terbang dilakukan untuk mengetahui kemungkinan adanya zat-zat volatil organik pada karbon aktif. Zat-zat organik tersebut menguap pada suhu tertentu bila dipanaskan. Volatile matter biasanya berasal dari gugus hidrokarbon alifatik atau rantai lurus yang mudah terputus karena ada pemanasan pada suhu tertentu. Pengujian dengan penutupan dilakukan untuk menghindari adanya reaksi oksidasi pada saat pembakaran, apabila pembakaran dilakukan dalam keadaan terbuka maka karbon akan teroksidasi dan terbakar dengan sempurna membentuk abu. Adapun hasil pengujian kadar zat terbang, yaitu sebesar 16,91%, berdasarkan SNI 06-3730-1995 hasil pengujian telah memenuhi standar baku mutu yaitu maksimum 25%.

Kadar fix carbon merupakan pengukuran kandungan karbon dalam sampel karbon aktif yang tertinggal bersamaan dengan nilai abu setelah dihilangkan nilai zat terbang atau volatile matter. Nilai fix carbon ini merupakan kandungan karbon yang tidak menguap pada saat pemanasan suhu tinggi atau saat penetapan nilai zat terbang (volatile matter). Penetapan nilai fix carbon ini dilakukan menggunakan kalkulasi total atau secara pengukuran tidak langsung dengan menghitung sisa persentase dari nilai kandungan kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang dalam sampel karbon aktif. Kadar karbon aktif murni (Fix carbon) yang diperoleh dari hasil pengujian arang aktif yaitu, sebesar 66,66%. Kadar karbon aktif murni yang dihasilkan telah memenuhi standar baku mutu SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 65% arang aktif dalam bentuk serbuk.

2. Penurunan Kadar Amonia

Berdasarkan gambar 2, hubungan variasi massa terhadap penurunan kadar amonia diperoleh melalui hasil perhitungan persentase, pada variasi massa 1,021 gram mengalami penurunan kadar amonia sebanyak 98,2%, Massa 3,002 gram mengalami penurunan kadar amonia sebanyak 97,8%, Massa 5,004 gram mengalami penurunan kadar amonia sebanyak 97% dan massa 7,008 gram mengalami penurunan kadar amonia sebanyak 97,3%. Dapat diketahui bahwa penurunan kadar amonia dapat dipengaruhi oleh variasi massa. Pada gambar 2, titik maksimum untuk menurunkan kadar amonia yaitu pada massa 1,021 gram dibandingkan dengan massa 3,002 gram, 5,004 gram dan 7,008 gram yang dimana seharusnya persentasenya lebih tinggi dikarenakan karbon aktif yang digunakan lebih banyak. Hal ini dikarenakan pada saat ada peningkatan massa adsorben maka ada

peningkatan persentase nilai efisiensi adsorpsi dan penurunan kapasitas adsorpsi.



Gambar 2. Hasil diagram analisa

Dari hasil penelitian ini pengaruh massa arang aktif ini juga menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi semakin menurun dengan bertambahnya massa adsorben. Penelitian ini kualitas arang aktif memenuhi beberapa parameter mutu SNI No. 06-3730-1995 hasil ini dapat dinyatakan bahwa arang aktif dapat digunakan dengan baik, sehingga penurunan kadar memenuhi standar baku mutu air limbah.

Penentuan variasi massa arang aktif terhadap penurunan kadar amonia. Pada penelitian ini variasi massa yang digunakan yaitu 1,021 gram, 3,002 gram, 5,004 gram dan 7,008 gram dengan ukuran partikel 45 mesh, masing-masing sampel diberi waktu kontak dengan arang aktif yaitu selama 30 menit. Berdasarkan penelitian (Imani, Sukwita, & Febrina, 2020) menurut (Arif, 2014) penggunaan massa 1 gram, 3 gram, 5 gram rata-rata nilai efektifitasnya 79,65%.

Adapun ukuran partikel yang digunakan dalam proses adsorpsi dapat mempengaruhi waktu kontak optimum. Berdasarkan penelitian (Arif, 2014) pemilihan penggunaan ukuran partikel yang lebih kecil agar proses penyerapan adsorben terhadap limbah cair lebih cepat karena semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaan adsorben akan bertambah luas sehingga akan lebih mudah terserap pada permukaan adsorben.

Pengaruh waktu pada penelitian ini adalah Pada waktu 30 menit terjadi penurunan kadar amonia yang signifikan. Hal ini disebabkan karena arang yang sudah diaktifasi permukaannya akan menjadi luas karena telah terbebas dari kotoran atau zat-zat yang lain dan pori-porinya telah terbuka sehingga mampu mengadsorpsi ammonia. Hal ini karena adanya waktu kontak yang lama antara adsorben dengan adsorbat memungkinkan semakin banyak terbentuk ikatan antara partikel arang aktif dengan sampel limbah cair.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Ampas tebu dapat dijadikan arang aktif karena telah memenuhi spesifikasi karbon aktif menurut standar SNI No. 06-3730-1995 syarat mutu arang aktif dengan kadar air sebanyak 9,03% dengan standar baku Maks 15%, kadar abu sebanyak 7,4% dengan standar baku Maks 10%, kadar zat terbang sebanyak 16,91% dengan standar baku Maks 25% dan kadar karbon aktif murni sebanyak 66,66% dengan standar baku Maks 65%.
2. Pada variasi massa 1,021 gram persentase penurunan kadar ammonia sebanyak 98,2%, massa 3,002 gram persentase penurunan kadar amonia sebanyak 97,8%, massa 5,004 gram persentase penurunan kadar amonia sebanyak 97%, dan massa 7,008 gram persentase penurunan kadar ammonia sebanyak 97,3%. Sehingga dapat diketahui pada variasi massa 1,007 gram merupakan titik maksimum arang aktif dalam menyerap kadar amonia yang terkandung pada air limbah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan yang membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurlela, "Pengolahan Air limbah Pewarna Sintetis dengan Metode Adsorpsi dan Ultraviolet," Jurnal Univ PGRI Palembang, vol. 3, pp. 44-50, 2018.
- [2] M. Ganing, A. Q. Syafaatullah, A. A. I. S. Yusuf, F. Junianti dan A. I. Sulaeman, "Pemanfaatan Arang Aktif dari Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Ion Pb²⁺," Jurnal Teknologi Kimia Mineral, pp. 65-70, 2023.
- [3] I. Syauqiah, M. Amalia dan H. A. Kartini, "Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif," INFO TEKNIK, vol. 12, 2011.
- [4] Y. Albasthomi, N. A. Sholikah dan K. Udyani, "Pengolahan Limbah Cair Industri Cat dengan Proses Adsorpsi untuk Menurunkan COD dan TSS," Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, pp. 671-696, 2019.
- [5] N. E. Setyaningrum, B. B. Santoso dan B. Mangallo, "Studi Adsorpsi Limbah Organik

- Industri tahu Tempe dengan Karbon Aktif Kayu Merbau [Intsia Bijuga(Colebr) O.Kuntze],” *Cassowary*, vol. 2, no. 1, pp. 86-101.
- [6] R. Lo, A. E. Yunanto, R. N. M. L. A. Soehardjianto, F. Wangsa, N. A. Lidjaja dan R. Y. Ningsih, “Penggunaan Bahasa Pemrograman Python dalam Menganalisis Hubungan Kualitas Kopi dengan Lokasi Pertanian Kopi,” *Jurnal Publikasi Teknik Informatika (JUPTI)*, vol. 2, pp. 100-109, 2023.
- [7] A. K. Putri dan D. I. Nur, “Penggunaan Bahasa Python untuk Analisis dan Visualisasi Data Penduduk di Desa Sumberjo, Nganjuk,” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, pp. 206-217, 2023.
- [8] R. Ekatrisnawan, “Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu untuk Menurunkan Kadar Logam Pb dalam Larutan Air,” 2016.
- [9] M. Azizah dan M. Humairoh, “Analisis Kadar Amonia (NH₃) dalam Air di Sungai Cileungsi,” *Jurnal Nusa Sylva*, pp. 47-54, 2017.
- [10] F. F. Alkindi, R. Budiono dan F. N. Al-Islami, “Analisis Kadar Amonia dalam Air Sungai di Daerah Industri Sier Surabaya Menggunakan Metode Fenat Secara Secara Spektrofotometri Visible,” *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, vol. 12, pp. 181-189, 2023.