

Physical-Chemical Characterization of Activated Charcoal from Coconut Shells as an Adsorbent in Reducing Ammonia (NH₃) Content in Nickel Industry Liquid Waste

Karakterisasi Fisika-Kimia Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben dalam Penurunan Kadar Amonia (NH₃) pada Limbah Cair Industri Nikel

Resti Ayu Ningrum¹, Rismul Trianto Salawali^{2*}, Maipha Deapati Arief²,
Jamaluddin Gesrianto A'Ban², Saparullah¹, Alfridha Dwi Putri¹.

¹Prodi Teknik Listrik dan Instalasi, ²Prodi Analisis Kimia
Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Indonesia
*e-Mail Corresponding Author: rismulsalawali25@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to evaluate the effectiveness of activated charcoal produced from coconut shells in reducing ammonia (NH₃) levels in domestic wastewater. Liquid waste containing ammonia can cause environmental pollution and negatively impact ecosystems. Therefore, an efficient method is needed to reduce ammonia levels. In this study, activated charcoal was made through the carbonization process of coconut shells and tested for its ability as an adsorbent. The research was conducted experimentally with variations in the mass of activated charcoal of 600 mg, 800 mg, and 1000 mg. The research results show that coconut shell activated charcoal meets the specifications of Indonesian Industrial Standard (SNI No. 06-3730-1995) with a moisture content of 3%, ash content of 6%, volatile matter content of 14%, and pure activated carbon content of 77%. The reduction in ammonia content obtained was 59.76% for a mass of 600 mg, 61.1% for a mass of 800 mg, and 67.59% for a mass of 1000 mg. These results indicate that activated coconut shell charcoal has good potential as an adsorbent for the treatment of liquid waste containing ammonia. This research is expected to contribute to the development of more environmentally friendly waste treatment technologies and the sustainable use of local resources.

Keywords: Ammonia (NH₃), Activated Carbon, Liquid Waste, Coconut Shell.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas arang aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa dalam menurunkan kadar amonia (NH₃) pada limbah cair domestik. Limbah cair yang mengandung amonia dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan berdampak negatif terhadap ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan metode yang efisien untuk mengurangi kadar amonia. Dalam penelitian ini, arang aktif dibuat melalui proses karbonisasi tempurung kelapa dan diuji kemampuannya sebagai adsorben. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan variasi massa arang aktif sebesar 600 mg, 800 mg, dan 1000 mg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif tempurung kelapa memenuhi spesifikasi karbon aktif Standar Industri Indonesia (SNI No. 06-3730-1995) dengan kadar air

3%, kadar abu 6%, kadar zat terbang 14%, dan kadar karbon aktif murni 77%. Penurunan kadar amonia yang diperoleh adalah 59,76% untuk massa 600 mg, 61,1% untuk massa 800 mg, dan 67,59% untuk massa 1000 mg. Hasil ini menunjukkan bahwa arang aktif tempurung kelapa memiliki potensi yang baik sebagai adsorben untuk pengolahan limbah cair yang mengandung amonia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan dan memanfaatkan sumber daya lokal secara berkelanjutan.

Kata kunci: Amonia (NH_3), Karbon Aktif, Limbah Cair, Tempurung Kelapa.

1. PENDAHULUAN

Limbah cair industri mengandung berbagai senyawa berbahaya yang dapat mencemari lingkungan, salah satunya adalah amonia (NH_3). Amonia merupakan senyawa nitrogen yang sangat beracun bagi organisme akuatik dan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem perairan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan untuk mengurangi kadar amonia dalam limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu metode yang efektif dalam pengolahan limbah cair adalah adsorpsi, di mana zat pencemar diikat oleh permukaan material adsorben.

Arang aktif adalah adsorben yang banyak digunakan karena memiliki sifat-sifat unggul, seperti luas permukaan yang besar, struktur berpori, dan kemampuan adsorpsi yang baik terhadap berbagai senyawa kimia, termasuk amonia. Tempurung kelapa, sebagai bahan alami yang melimpah di Indonesia, dapat diolah menjadi arang aktif dengan proses karbonisasi dan aktivasi. Selain ramah lingkungan, arang aktif dari tempurung kelapa memiliki potensi yang besar sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair industri, mengingat biaya produksi yang rendah serta sifat fisika dan kimianya yang unggul. Karakterisasi fisika-kimia dari arang aktif tempurung kelapa sangat penting untuk memahami mekanisme adsorpsi amonia. Aspek fisika yang perlu diperhatikan meliputi porositas, luas permukaan, dan distribusi ukuran pori, yang semuanya berperan penting dalam efektivitas arang aktif sebagai adsorben. Selain itu, karakterisasi kimia melibatkan analisis gugus fungsional permukaan dan sifat kimia lainnya yang berkontribusi dalam interaksi antara amonia dan arang aktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakterisasi fisika dan kimia arang aktif tempurung kelapa serta menganalisis kemampuannya dalam menurunkan kadar amonia (NH_3) pada limbah cair industri. Pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik fisika-kimia arang aktif ini akan memberikan wawasan penting mengenai mekanisme adsorpsi dan efektivitasnya sebagai solusi pengolahan limbah cair industri yang berkelanjutan. Penelitian yang dilakukan oleh (Nisa, 2020) yang melakukan pengujian penurunan kadar amonia pada air limbah industri dengan waktu perendaman selama 24 jam yang dapat menurunkan kadar amonia hingga 1,83 mg/L dan penelitian yang dilakukan oleh (Rio, 2022) yang melakukan pengujian penurunan kadar amonia pada air sungai dengan massa optimum 1,007-gram dan waktu perendaman selama 30 menit yang dapat menurunkan kadar amonia sebanyak

96,40%. Dengan penelitian terdahulu dapat dibuktikan bahwa tempurung kelapa efektif dalam menurunkan kadar amonia pada limbah air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 68 Tahun 2016 menyatakan bahwa air limbah domestik yang dihasilkan dari skala rumah tangga, usaha, dan kegiatan berpotensi mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke media lingkungan. Adapun baku mutu air limbah domestik tersendiri antara lain yang tercantum pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	pH	-	6-9
2	BOD	mg/L	30
3	TSS	mg/L	30
4	COD	mg/L	100
5	Amonia (NH ₃)	mg/L	10
6	Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 68 Tahun 2016

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan eksperimental kuantitatif untuk mengevaluasi efektivitas arang aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa dalam menurunkan kadar amonia (NH₃) pada limbah cair domestik. Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup gelas piala berkapasitas 100 mL, erlenmeyer, corong kaca, cawan pertidisk, cawan porselin, desikator, magnetik stirrer, neraca analitik, oven, spektrofotometri UV-VIS, tanur, dan ayakan 60 mesh. Bahan yang digunakan terdiri dari tempurung kelapa sebagai sumber arang aktif, sampel limbah cair domestik dari kawasan industri, aquades untuk pelarut, dan kertas saring untuk proses filtrasi.

Prosedur penelitian dimulai dengan pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa. Tempurung kelapa yang telah dibersihkan dimasukkan ke dalam cawan porselin dan kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 400°C selama 1,5 jam, setelah itu diturunkansuhu hingga 100°C, Kemudian aktivasi fisika dengan membakar kembali arang tempurung kelapa dengan suhu 800°C selama 30 menit, sehingga menghasilkan arang aktif. Setelah proses karbonisasi, arang aktif yang dihasilkan diuji untuk menentukan kualitasnya berdasarkan kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon aktif murni, sesuai dengan spesifikasi karbon aktif Standar Industri Indonesia (SNI No. 06-3730-1995).

Selanjutnya, arang aktif yang telah diproduksi digunakan dalam pengujian penurunan kadar amonia. Variasi massa arang aktif yang digunakan dalam penelitian

ini adalah 600 mg, 800 mg, dan 1000 mg. Setiap variasi massa arang aktif dicampurkan dengan sampel limbah cair dalam erlenmeyer dan diaduk menggunakan magnetik stirrer selama waktu kontak 30 menit. Setelah proses adsorpsi, sampel diambil dan diuji menggunakan spektrofotometri UV-VIS untuk mengukur kadar amonia yang tersisa dalam limbah cair.

Data yang diperoleh dari pengujian kadar amonia sebelum dan setelah perlakuan dengan arang aktif dianalisis untuk menentukan persentase penurunan kadar amonia. Dengan metode ini, penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi massa arang aktif terhadap efektivitas penurunan kadar amonia dalam limbah cair, serta untuk menilai kualitas arang aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa sebagai alternatif adsorben yang ramah lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas arang aktif dapat diperlihatkan melalui beberapa pengujian mutu arang aktif meliputi penentuan kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan karbon aktif murni.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kualitas Arang Aktif

Parameter	Hasil analisis arang aktif	Standar mutu arang aktif(SNI No. 06-3730-1995)
Kadar air	3%	Maks 15%
Kadar abu	6%	Maks 10%
Kadar zat terbang	14%	Maks 25%
Karbon aktif murni	77%	Min 65%

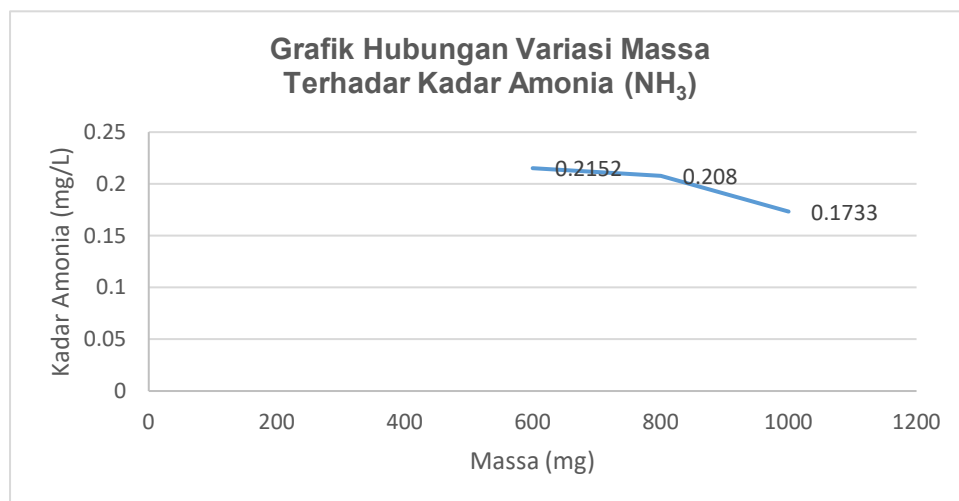
Proses adsorpsi amonia oleh arang aktif dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk luas permukaan dan struktur pori dari arang aktif. Arang aktif dari tempurung kelapa memiliki karakteristik pori yang baik, yang memungkinkan interaksi yang lebih efektif antara amonia dan permukaan arang. Selain itu, proses aktivasi yang dilakukan selama karbonisasi juga berkontribusi pada peningkatan kapasitas adsorpsi arang aktif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa arang aktif dari bahan alami, seperti tempurung kelapa, dapat digunakan sebagai alternatif yang efektif untuk mengurangi kadar amonia dalam limbah cair. Penelitian oleh Sahroni et al. (2017) dan Rahman et al. (2019) juga mengindikasikan bahwa arang aktif dari tempurung kelapa memiliki potensi yang tinggi dalam adsorpsi amonia, dengan efisiensi yang meningkat seiring dengan peningkatan luas permukaan dan struktur pori.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa arang aktif dari tempurung kelapa tidak hanya memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, tetapi juga menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam menurunkan kadar amonia dalam limbah cair domestik. Hal ini menjadikan arang aktif dari tempurung kelapa sebagai solusi yang ramah lingkungan dan ekonomis untuk pengolahan limbah cair, serta memberikan manfaat tambahan dalam mengurangi limbah tempurung kelapa yang sering kali tidak dimanfaatkan. Penelitian ini membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai optimasi kondisi adsorpsi dan penggunaan arang aktif dari bahan alami lainnya dalam pengolahan limbah.

Tabel 3. Hasil Analisis Penurunan Kadar Amonia Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS

Massa (mg)	Volume limbah cair domestik	Kadar amonia limbah cair domestik		Presentase penurunan kadar amonia	Standar baku mutu air limbah domestik (PMLHK No. 68 2016)
		Sebelum	Sesudah		
600	100 mL	0,5347 mg/L	0,2152 mg/L	59,76%	10 mg/L
800			0,2080 mg/L	61,1%	
1000			0,1733 mg/L	67,59%	



Gambar 1. Pengaruh variasi masa terhadap kadar amonia

Hasil ini menunjukkan bahwa arang aktif dari tempurung kelapa sangat efektif dalam mengadsorpsi amonia dari limbah cair, dengan efisiensi yang dapat bervariasi tergantung pada massa arang aktif yang digunakan. Penggunaan spektrofotometer UV-VIS dalam analisis kadar amonia memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Metode ini memungkinkan peneliti untuk secara kuantitatif mengevaluasi efektivitas arang aktif dalam menurunkan kadar amonia, yang merupakan salah satu

parameter penting dalam penilaian kualitas air. Hasil yang diperoleh mendukung temuan bahwa arang aktif dari tempurung kelapa tidak hanya memenuhi standar kualitas, tetapi juga berfungsi sebagai solusi yang efektif dan ramah lingkungan untuk pengolahan limbah cair yang mengandung amonia. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan arang aktif dari bahan alami lainnya dalam aplikasi serupa. Meningkatnya persentase (%) kadar NH_3 disebabkan karena massa adsorben yang semakin banyak maka akan semakin besar daya adsorpsinya. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Syauqiah et al., 2011) bahwa semakin adsorben memiliki permukaan yang luas, maka semakin banyak pula zat yang teradsorpsi.

Pengujian massa adsorben optimum yaitu pada massa adsorben 1000 mg dengan hasil 67,59% yang mana sudah mengalami kenaikan dari massa adsorben 600 mg. Hal ini dapat dijelaskan pada menit awal serapan adsorben meningkat karena interaksi antar adsorbat dan adsorben terjadi secara efektif. Hal ini dikarenakan semua sisi adsorben dari tempurung kelapa yang masih kosong kemudian berikatan dengan adsorbat dalam larutan. Pada penelitian kali ini kualitas arang aktif memenuhi beberapa parameter SNI No. 06-3730-1995 hasil ini menandakan bahwa arang aktif dapat digunakan dengan baik, sehingga mampu meminimalisir kandungan amonia berlebih pada air limbah. Variasi massa arang aktif yang digunakan dalam proses adsorpsi dapat mempengaruhi waktu kontak optimum yang dicapai. Berdasarkan penelitian Rio (2022) pemilihan penggunaan massa 600 mg, 800 mg, dan 1000 mg rata-rata efektifitasnya 73% karena semakin banyak arang aktif maka semakin tinggi daya serap arang aktif yang tersedia untuk mengadsorpsi limbah cair industri.

Ukuran partikel arang aktif yang digunakan dalam proses adsorpsi dapat mempengaruhi waktu kontak optimum yang dicapai. Berdasarkan hasil penelitian, pemilihan penggunaan ukuran partikel 60 mesh efektifitasnya 92,8% karena semakin kecil ukuran partikel arang aktif maka semakin besar luas permukaan arang aktif yang tersedia untuk mengadsorpsi limbah cair industri sehingga proses adsorpsi lebih cepat terjadi. Pada menit awal sampai menit ke-30 waktu kontak yang efektif dengan arang aktif terhadap air limbah karena arang yang sudah diaktifkan, permukaannya menjadi lebih luas karena telah bebas dari deposit hidrokarbon dan pori-porinya telah terbuka sehingga presentase peningkatan daya serap karbon sangat baik, dan mampu mengadsorpsi limbah cair (Lubis dan Nasution, 2002).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil menunjukkan bahwa peningkatan massa arang aktif berbanding lurus dengan penurunan kadar amonia. Hal ini menunjukkan bahwa lebih banyak permukaan arang aktif tersedia untuk berinteraksi dengan molekul amonia, sehingga meningkatkan efisiensi adsorpsi.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih disampaikan kepada Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Kementerian Perindustrian, yang telah membantu memberikan bantuan selama proses penelitian.

REFERENSI

- Aka, H. A., Suhendrayatna, & Syaubari. (2017). Penurunan Kadar Amonia Dalam Limbah Cair Oleh Tanaman Air Typha Latifolia (Tanaman Obor). *Jurnal Ilmu Kebencanaan*, 4(3), 72–75.
- Arsad, E. (2010). Teknologi Pengolahan Dan Pemanfaatan Karbon Aktif Untuk Industri. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(2), 43
- Bagas, A.M. (2021). Analisis Kualitas Arang Aktif Ampas Kopi (Coffea) sebagai Adsorben Dalam Penurunan Kadar Amonia pada Limbah Cair Industri di PT. KIMA (Persero). Makassar. Kementrian Perindustrian R.I Politeknik Makassar.
- Cobb, A., Warms, M., Maurer, E. P., & Chiesa, S. (2012). Low-Tech Coconut Shell Activated Charcoal Production. *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship*, 7(1), 93– 104.
- Dahlan, M. H., Siregar, H. P., & Yusra, M. (2013). Penggunaan Karbon Aktif Dari Biji Kelor Dapat Memurnikan Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3), 44– 53
- Dewi, T. K., Nurrahman, A., & Permana, E. (2009). Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Ubi Kayu (Mannihot esculenta). *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1), 24–30.
- Dhana, R. R., Riza, A. K., (2019). Fly ash Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah pada Beton Non Struktural. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 5(2), 121–127
- Irmanto, I., & Suyata, S. (2009). Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Molekul*, 4(2), 105. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2009.4.2.68>.
- Marina Olivia Esterlita, & Netti Herlina. (2015). Pengaruh Penambahan Aktivator ZnCl₂, KOH, Dan H₃PO₄ Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Aren (Arenga Pinnata). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 47–52.
- Meisrilestari, Y., Khomaini, R., & Wijayanti, H. (2013). Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan. *Konversi*, 2(1), 46–51.
- Murti, R. S., & Purwanti, C. M. H. (2014). Optimasi waktu reaksi pembentukan kompleks indofenol biru stabil pada uji n-amonia air limbah industri penyamakan kulit dengan metode fenat. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 30(1), 29.
- Murti, S., & Maria. (2014). Optimasi Waktu Reaksi Pembentukan Kompleks Indofenol Biru Stabil Pada uji N-Amonia air Limbah Industri dengan Metode Fenat. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, Vol.30 No 1 : 29-34

- Peraturan Pemerintah NO. 82 . (2001). Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Prasetia, F., Bangun, A. P., Hasanuddin, M., & Mubarak, A. S. (2024). Analisa penurunan kadar amonia dengan arang aktif ampas tebu pada limbah cair industri menggunakan aplikasi python. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*, 3, 97–102.
- Putri, S. A., Nisa, K., Pratiwi, I., & Chen, D. (2024). Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Limbah Amonia Pada Air Sungai Code , Yogyakarta. *CHEMTAG*, 5(September), 39–44.
- Rio, A.S.W. (2022). Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Limbah Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Parameter Amonia (NH_3) Pada Air Sungai. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Septiani, M., Darajat, Z., Pasinda, I., & Kurniawan, D. (2021). Kajian Perbandingan Efektivitas Adsorben Ampas Kopi Dan Fly Ash Pada Penurunan Konsentrasi Amonia (NH_3) Dalam Limbah Cair Urea. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 7(2), 52–59. <https://doi.org/10.32487/jst.v7i2.1171>
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis variasi waktu dan kecepatan pengaduk pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang aktif. *Info-Teknik*, 12(1), 11-20
- Widayat, W., Suprihatin, & Herlambang, A. (2010). Penyisihan Amonia dalam upaya meningkatkan kualitas air baku PDAM-IPAL bojong renged dengan proses Biofiltrasi menggunakan media plastic tipe sarang tawon. *Jurnal Air Indonesia*, 64-76.