

Reduksi bahan organik (amonia) pada air limbah menggunakan limbah bulu ayam sebagai alternatif adsorben

Organic materials reduction (ammonia) in wastewater using chicken feather waste as an alternative adsorbent

Azatil Izmah^{1*}, Dedy Suprayogi¹, Sulistiya Nengse¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Surabaya, Indonesia

Abstrak.

Produk limbah industri perunggasan menghasilkan limbah bulu ayam dan air limbah bekas olahan daging. Pembuangan limbah tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan makhluk hidup karena terdapat zat amonia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi pada adsorben. Adsorben dibuat menggunakan limbah bulu ayam yang telah diaktivasi menggunakan HCl. Percobaan menggunakan metode *system batch* dengan kecepatan 150 RPM dengan variasi massa adsorben sebanyak 1 gram, 2 gram dan 3 gram dengan waktu selama 90 menit. Kadar amonia pada masing-masing sampel diukur dengan Spektrofotometer UV-VIS. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas adsorpsi terbaik yaitu menggunakan masa adsorben sebanyak 1 gram dengan tingkat efisiensi sebesar 86,78% dan kapasitas adsorpsi sebesar 31,97 mg/gram.

Kata kunci: efisiensi adsorpsi, kapasitas adsorpsi, limbah bulu ayam

Abstract.

Poultry industry waste products produce solid waste as a chicken feathers and liquid waste as a water used for processing meat. Disposal of this waste can cause pollution to the environment and living things because it contains ammonia. This research aims to determine the adsorption efficiency and the adsorption capacity of the adsorbent. The adsorbent was made using chicken feather waste which had been activated using HCl. The experiment used the batch system method with a speed of 150 RPM with a variation of the adsorbent mass of 1 gram, 2 grams and 3 grams with a time of 90 minutes. Ammonia levels in each sample were measured with a UV-VIS spectrophotometer. The results showed that the best adsorption capacity was using 1 gram of adsorbent mass with an efficiency level of 86.78% and an adsorption capacity of 31.97 mg/gram.

Keywords: adsorption efficiency, adsorption capacity, chicken feather waste

1. PENDAHULUAN

Limbah bulu ayam merupakan limbah yang berasal dari rumah jagal ayam atau rumah pemotongan hewan. Limbah bulu ayam terus mengalami kenaikan dikarenakan permintaan dan konsumsi masyarakat yang tinggi. Pesatnya perkembangan industri penyembelihan menyebabkan lebih banyak limbah yang dihasilkan dan menyebabkan masalah yang kompleks bagi lingkungan sekitar, sehingga teknologi dan cara pembuangan maupun pemanfaatan limbah sangat diperlukan agar mengurangi ancaman terhadap lingkungan (Ansarullah *et al.* 2020).

Air limbah rumah potong ayam merupakan air limbah yang tercemar oleh bahan organik termasuk residu darah. Adanya darah dan campuran kompleks lemak menyebabkan bahan organik meningkat sehingga dapat menimbulkan alga *blooming*. Pembuangan air limbah yang tidak dikelola terlebih dahulu ke saluran pembuangan dapat menurunkan kualitas dan kuantitas air bersih (Yaakob *et al.* 2018).

* Korespondensi Penulis
Email : azatilizmah13@gmail.com

Amonia merupakan salah satu parameter air limbah yang berbau tajam, tidak berwarna dan dapat meningkatkan pH pada air. Konsentrasi amonia yang tinggi menyebabkan eutrofikasi pada air (Faizal *et al.* 2014). Amonia memiliki dampak pada sistem kekebalan tubuh, karena banyak laporan kasus yang disebabkan oleh efek akut dan kronis yang berasal dari paparan amonia (Tualeka *et al.* 2018).

Adsorpsi merupakan sebuah metode yang menunjukkan suatu interaksi antara dua fase berbeda yang membentuk lapisan. Lapisan tersebut memiliki dua jenis yaitu interaksi secara kimia atau interaksi secara fisik. Adsorpsi fisik (*fisisorpsi*) yaitu ikatan antara adsorben dan substrat, ikatan tersebut merupakan gaya Van der Waals yang lemah karena tidak terdapat perubahan struktur kimia pada substrat maupun adsorben. Adsorpsi kimia (*chemisorption*) yaitu pembentukan suatu ikatan kimia antara adsorben dan substrat, jenis ikatan tersebut adalah ikatan kovalen atau ikatan ionik (Alaqarbeh 2021).

Adsorben merupakan bahan yang permukaannya dapat mengikat substrat tertentu atau disebut proses adsorpsi. Adsorben digunakan dalam bentuk cetakan, pelet, bulat, atau monolit dengan diameter antara 0,5 mm dan 10 mm. Adsorben memiliki ketahanan abrasi yang tinggi dan menghasilkan luas permukaan terbuka yang lebih tinggi. Luas permukaan terbuka yang tinggi menyebabkan kapasitas adsorpsi yang tinggi pula, sehingga proses adsorpsi dapat berlangsung sempurna. Adsorben memiliki dua jenis, yaitu yang pertama berbentuk senyawa yang mengandung oksigen dan bersifat polar maupun hidrofilik (zeolit dan silika gel), kedua berbentuk senyawa yang mengandung karbon dan bersifat non polar maupun hidrofobik (karbon aktif) (Gawande *et al.* 2017).

Limbah bulu ayam merupakan limbah yang jumlahnya terus meningkat, limbah bulu ayam termasuk alternatif bahan yang ekonomis dan mudah diperoleh. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan limbah bulu ayam sebagai adsorben untuk mengurangi jumlah limbah bulu ayam dan mengurangi kandungan amonia pada air limbah. Bulu ayam digunakan sebagai adsorben tembaga dengan biaya rendah secara efisien (Moreno *et al.* 2021). Bulu ayam yang diaktivasi sebagai adsorben alami (Moon and Palaniandy 2019; Zulaeha *et al.* 2021).

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi penelitian

Pengambilan sampel limbah padat berupa bulu ayam dan limbah cair berupa air bekas cucian daging diperoleh dari rumah potong ayam yang berada di Kabupaten Jombang. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

2.2. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain limbah cair, limbah bulu ayam, kalium natrium tartrat, HCl, akuades, kertas saring, dan reagen *Nessler*. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu spektrofotometer UV-VIS, cawan petri, neraca analitik, *magnetic stirrer*, pH meter, Labu *Erlenmeyer*, pipet tetes, oven, spatula dan ayakan.

2.3. Prosedur analisis data

2.3.1. Pengambilan sampel air limbah

Limbah cair yang digunakan sebagai sampel berasal dari air bekas cucian daging ayam sebanyak ± 10 kg. Karakteristik limbah cair yang diperoleh yaitu berwarna, berbau, dan encer. Limbah cair disaring menggunakan saringan agar terpisah dari zat padat lainnya (**Gambar 1**).



Gambar 1. Penyaringan limbah cair.

2.3.2. Pengambilan sampel limbah padat (bulu ayam)

Limbah padat yang digunakan pada percobaan berupa bulu ayam yang berasal dari rumah potong ayam. Karakteristik limbah bulu ayam yang diperoleh yaitu berbau dan kotor. Limbah bulu ayam dicuci hingga bersih kemudian dijemur (**Gambar 2**).



Gambar 2. Limbah bulu ayam (kiri) dan hasil pencucian limbah bulu ayam (kanan).

2.3.3. Pembuatan adsorben

Limbah bulu ayam broiler yang telah dicuci dan dijemur kemudian direndam menggunakan larutan HCl. Setelah direndam kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 200 °C, kemudian dihaluskan dan diayak dengan ayakan 90 mesh (**Gambar 3**).



Gambar 3. Pengovenan limbah bulu ayam.

Percobaan menggunakan metode *system batch* dengan kecepatan 150 RPM (*Revolutions per minute*) dengan jumlah sampel air limbah sebanyak 150 ml dan variasi massa adsorben sebanyak 1 gram, 2 gram, dan 3 gram dengan waktu *batch* selama 90 menit. Kadar amonia pada masing-masing sampel diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-VIS (**Gambar 4**).



Gambar 4. Sistem *batch* dengan *magnetic stirrer* (kiri) dan Spektrofotometer UV-VIS (kanan).

Efisiensi dan kapasitas adsorpsi dihitung menggunakan rumus pada **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**.

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

C_0 = Kadar amonia awal (mg/L)

C_t = Kadar amonia akhir (mg/L)

$$\text{Kapasitas} = \frac{C_0 - C_t}{m_{\text{adsorben}}} \times V \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

C_0 = Kadar amonia awal (mg/L)

C_t = Kadar amonia akhir (mg/L)

m_{adsorben} = Berat adsorben (gram)

V = Volume sampel air limbah (L)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar awal amonia pada sampel setelah diukur menggunakan Spektrofotometer UV-VIS didapatkan hasil sebesar 245,64 mg/L. Kadar tersebut melebihi baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh PerGub Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri atau Usaha Lainnya yakni sebesar 25 mg/L untuk rumah potong hewan. Berdasarkan hasil variasi massa adsorben, diperoleh kadar amonia setelah perlakuan pada massa adsorben 1 gram sebesar 32,48 mg/L, 2 gram sebesar 154,12 mg/L, dan 3 gram sebesar 116,68 mg/L (**Tabel 1**).

Tabel 1. Kadar amonia setelah proses adsorpsi.

Massa Adsorben	Kadar Amonia Awal	Kadar Amonia Akhir
1 gram	245,64 mg/L	32,48 mg/L
2 gram	245,64 mg/L	154,12 mg/L
3 gram	245,64 mg/L	116,68 mg/L

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi diperoleh hasil pada massa adsorben 1 gram sebesar 86,78%, 2 gram sebesar 37,26%, dan 3 gram sebesar 52,50%. Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi diperoleh hasil pada massa adsorben 1 gram sebesar 31,97 mg/gram, 2 gram sebesar 6,86 mg/gram, dan 3 gram sebesar 6,45 mg/gram. Massa optimum adsorben pada proses adsorpsi amonia adalah 1 gram dengan efisiensi 86,78% dan kapasitas 31,97 mg/gram (**Tabel 2**).

Tabel 2. Nilai efisiensi dan kapasitas adsorpsi.

Massa Adsorben	Efisiensi Adsorpsi	Kapasitas Adsorpsi
1 gram	86,78%	31,97 mg/gram
2 gram	37,26%	6,86 mg/gram
3 gram	52,50%	6,45 mg/gram

Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin berat massa adsorben, maka semakin menurun pula tingkat efisiensi. Hal ini disebabkan karena pori pada adsorben telah penuh, sehingga amonia yang teradsorpsi dalam keadaan statis dan tingkat efisiensi cenderung berkurang (Aman *et al.* 2018). Massa adsorben terbanyak tidak mendapatkan hasil kapasitas adsorpsi yang besar dikarenakan semakin bertambah massa adsorben menyebabkan permukaan aktif pada adsorben meningkat, sehingga permukaan aktif pada adsorben yang belum berinteraksi dengan adsorbat menyebabkan kapasitas adsorpsi adsorben menurun (Ngapa dan Ika 2020). Bahkan terdapat kemungkinan permukaan aktif pada adsorben, terhalang sehingga amonia yang sudah terikat akan terlepas kembali. Dosis atau massa adsorben merupakan salah satu parameter penting pada proses adsorpsi yang menentukan jumlah penyisihan dan nilai ekonomis proses adsorpsi (Gorzin dan Abadi 2018). Massa adsorben juga digunakan sebagai parameter untuk menentukan kapasitas adsorben pada proses adsorpsi (Soltani *et al.* 2021).

Banyaknya jumlah adsorbat yang terserap dipengaruhi oleh sifat adsorben, sifat adsorbat dan konsentrasi awal (Sudibandriyo dan Putri 2020). Meningkatnya kapasitas adsorpsi dikarenakan luas permukaan adsorben yang berinteraksi dengan adsorbat semakin luas (Mawardi *et al.* 2015). Adsorben limbah bulu ayam yang diaktivasi dengan HCl dapat menyerap amonia lebih efektif daripada adsorben yang tidak diaktivasi. Hal tersebut dikarenakan volume rongga atau pori pada adsorben meningkat, sehingga meningkatkan efisiensi adsorpsi (Nurhasni *et al.* 2021).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian reduksi bahan organik (amonia) pada air limbah menggunakan adsorben bulu ayam, dapat disimpulkan bahwa efisiensi dan kapasitas adsorpsi terbaik yaitu menggunakan massa adsorben sebanyak 1 gram dengan tingkat efisiensi sebesar 86,78% dan kapasitas adsorpsi sebesar 31,97 mg/gram.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alaqarbeh M. 2021. Adsorption phenomena: definition, mechanisms, and adsorption types: short review. *RHAZES: Green and Applied Chemistry* 13(1):43-51.
- Aman F, Mariana, Mahidin dan Maulana F. 2018. Penyerapan limbah cair amonia menggunakan arang aktif ampas kopi. *Jurnal Litbang Industri* 8(1):47-52.
- Ansarullah, Rahim R, Hamzah B, Kusno A and Tayeb M. 2020. Acoustic panel chicken feather waste environmentally friendly. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* 11(02):12-22.
- Faizal M, Haryati S and Kurniawati H. 2014. The effect of retention time and initial concentration of amonia on biological treatment for reducing amonia content in wastewater from urea fertilizer industry [Proceeding]. *Proceedings of The 5th Sriwijaya International Seminar on Energy and Environmental Science & Technology Palembang, Indonesia* 1(1):186-190.
- Gawande SM, Belwalkar NS and Mane AA. 2017. Adsorption and its isotherm – theory. *International Journal of Engineering Research* 6(6):312-316.
- Gorzin F and Abadi MBR. 2018. Adsorption of Cr(VI) from aqueous solution by adsorbent prepared from paper mill sludge: kinetics and thermodynamics studies. *Adsorption Science & Technology* 36(1-2):149-169.

- Mawardi, Sanjaya H and Zainul R. 2015. Characterization of napa soil and adsorption of Pb (II) from aqueous solutions using on column method. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 7(12):905-912.
- Moon WC and Palaniandy P. 2019. A review on interesting properties of chicken feather as low-cost adsorbent. *International Journal of Integrated Engineering* 11(2):136-146.
- Moreno CAS, González EC and Leos MZS. 2021. Use and treatment of chicken feathers as a natural adsorbent for the removal of copper in aqueous solution. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* 19:707-720.
- Ngapa YD dan Ika YE. 2020. Adsorpsi pewarna biru metilena dan jingga metil menggunakan adsorben Zeolit Alam Ende – Nusa Tenggara Timur (NTT). *Indonesian Journal of Chemical Research* 8(2):151-158.
- Nurhasni N, Harahap S, Fathoni A and Hendrawati H. 2021. Synthesis of adsorbent from bagasse for methylene blue adsorption. *Jurnal Kimia Valensi* 7(2):188-195.
- PerGub (Peraturan Gubernur) Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya
- Soltani A, Faramarzi M and Parsa SAM. 2021. A review on adsorbent parameters for removal of dye from industrial wastewater. *Water Quality Research Journal* 56(4):181-193.
- Sudibandriyo M and Putri F A. 2020. The effect of various zeolites as an adsorbent for bioethanol purification using a fixed bed adsorption column. *International Journal of Technology* 11(7):1300-1308.
- Tualeka A R, Hasyim H N, Puspita S B and Nurcahyono N. 2018. Safe limits concentration of amonia at work environments through cds expression in rats. *Indian Journal of Public Health Research & Development* 9(1):31-36.
- Yaakob M A, Mohamed R S, Al-Gheethi A S and Mohd Kassim A H. 2018. Characteristics of Chicken Slaughterhouse Wastewater. *Chemical Engineering Transactions* 63:637-642.
- Zulaiha S, Adawiyah N and Ritonga PS. 2021. Chicken feather activated carbon as an adsorbent and it's application in chemistry learning. *International Journal of Research Publication and Reviews* 2(8):1533-1537.