

Peningkatan Kualitas Air Limbah Tahu dengan Penggunaan Arang Aktif dan Zeolit Alam dalam Sistem Filtrasi

MAHDANISA AULIA¹, MUHAMMAD DZAKY ARIFIN¹, AGUS TAUFIQ¹, MUTIARA DEWI RUKMANA¹,
DAN SILVIA DEVI EKA PUTRI^{1*}

¹Analisis Kimia, Akademi Kimia Analisis Caraka Nusantara, Depok, Indonesia

* alamat email korespondensi: silviadevi96@gmail.com

Informasi Artikel

Abstrak/Abstract

Kata Kunci: Limbah cair tahu; filtrasi; arang aktif; zeolit; pH.

Tahu adalah makanan yang sangat populer di Indonesia karena harga yang terjangkau dan kandungan gizi yang tinggi. Namun, dalam memproduksi tahu menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah cair tahu mengandung karbohidrat, protein, dan lemak yang dapat terurai oleh bakteri, menyebabkan penurunan oksigen terlarut dan kondisi anaerobik yang merusak kualitas air. Limbah cair tahu yang dibuang langsung ke badan air tanpa pengolahan dapat menghasilkan senyawa asam yang menurunkan pH air, mengurangi penetrasi cahaya matahari, dan menghambat fotosintesis tanaman air, sehingga mengurangi oksigen dalam air. Salah satu metode untuk mengolah limbah tahu agar dapat dibuang dengan aman adalah metode filtrasi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas air limbah tahu menggunakan metode filtrasi dengan media berupa arang aktif dan zeolit. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan media berupa arang aktif, zeolit, bioball, dan bioring selama tujuh hari, dengan pengukuran pH pada hari ke-1, ke-3, ke-5, dan ke-7. Hasil menunjukkan bahwa pada hari pertama, pH limbah cair tahu meningkat dari 4 menjadi 8, dan stabil pada pH 7 pada hari-hari berikutnya. Ini menunjukkan efektivitas arang aktif dan zeolit dalam menetralkan keasaman melalui penyerapan dan pertukaran ion, sementara bioball dan bioring menyediakan permukaan bagi mikroorganisme yang membantu menguraikan bahan organik dan menjaga keseimbangan pH. Sistem filtrasi yang menggabungkan arang aktif, zeolit, bioball, dan bioring terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas air limbah tahu. Metode ini menawarkan solusi yang ramah lingkungan untuk mengurangi dampak pencemaran limbah cair dan mendukung keberlanjutan ekosistem akuatik. Implementasi sistem filtrasi ini berpotensi memberikan kontribusi positif terhadap perlindungan lingkungan serta pemeliharaan kualitas air.

Keywords: Tofu liquid waste; filtration; activated charcoal; zeolite; pH.

Tofu is a very popular food in Indonesia because of its affordable price and high nutritional content. However, in producing tofu produces solid and liquid waste. Tofu liquid waste contains carbohydrates, proteins, and fats that can be broken down by bacteria, causing a decrease in dissolved oxygen and anaerobic conditions that damage water quality. Tofu liquid waste discharged directly into water bodies without treatment can produce acidic compounds that lower the pH of the water, reduce the penetration of sunlight, and inhibit the photosynthesis of aquatic plants, thereby reducing the oxygen in the water. One of the methods to process tofu waste so that it can be disposed of safely is the filtration method. This study aims to improve the quality of tofu wastewater using a filtration method with media in the form of activated charcoal and zeolite. This study was conducted using media in the form of activated charcoal, zeolite, bioballs, and biorings for seven days, with pH measurements on days 1, 3, 5, and 7. The results showed that on the first day, the pH of the tofu liquid waste increased from 4 to 8, and then stabilized at pH 7 in the following days. It demonstrates the effectiveness of activated charcoal and zeolite in neutralizing acidity through ion absorption and exchange, while bioballs and biorings provide a surface for microorganisms that help decompose organic matter and maintain pH balance. Filtration systems that combine activated charcoal, zeolites, bioballs, and biorings have proven to be effective in improving the quality of tofu wastewater. This method offers an environmentally friendly solution to reduce the impact of liquid waste pollution and support the sustainability of aquatic ecosystems. The implementation of this filtration system has the potential to make a positive contribution to environmental protection and water quality maintenance.

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan yang sangat populer di Indonesia karena harganya yang terjangkau dan nilai gizinya yang tinggi. Pertumbuhan industri tahu di Indonesia, baik di perdesaan maupun perkotaan, telah meningkatkan produksi dan konsumsi tahu [1]. Dengan semakin berkembangnya industri tahu di Indonesia, volume limbah dari proses produksinya juga meningkat. Limbah dari industri tahu merupakan hasil sampingan yang dapat merusak lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Proses produksi tahu menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan organik, bahan kimia, dan partikel lainnya yang dapat mencemari air tanah dan sumber air permukaan. Selain itu, limbah padat seperti ampas tahu juga bisa menyebabkan masalah lingkungan jika tidak diolah dengan benar [2]. Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu merupakan cairan kental dengan kandungan senyawa organik yang tinggi. Selain itu, limbah ini juga mengandung zat tersuspensi yang menyebabkan air menjadi keruh. Banyak produsen tahu saat ini langsung membuang limbah tersebut ke selokan, sungai, atau badan air lainnya tanpa pengolahan. Menurut teori, limbah cair tahu memiliki karakteristik pH, TSS, COD, BOD, ammonia, nitrit, dan nitrat yang melebihi baku mutu air limbah. Berdasarkan PERMEN LH Nomor 15 Tahun 2008 mengenai baku mutu air limbah untuk usaha atau kegiatan pengolahan kedelai, kandungan limbah tahu yang diperbolehkan memiliki nilai BOD 100 mg/L dan COD 300 mg/L [3]. Mengingat potensi pencemaran lingkungan yang signifikan dari limbah cair industri tahu, diperlukan metode pengelolaan yang hemat biaya, mudah diterapkan, dan efisien untuk masyarakat guna meningkatkan kualitas limbah sebelum dibuang ke lingkungan [4]. Limbah cair ini dapat menghasilkan senyawa asam yang menurunkan pH air, mengurangi penetrasi cahaya matahari, dan menghambat fotosintesis tanaman air, sehingga mengurangi kadar oksigen dalam air [1]. Salah satu teknik yang umum digunakan dalam pengolahan limbah cair adalah filtrasi.

Filtrasi adalah salah satu metode yang lebih murah, praktis, dan sederhana untuk mengolah limbah cair tahu. Metode ini menggunakan arang aktif dan zeolit, dikombinasikan dengan media filtrasi tambahan seperti bioball dan bioring.

Bioball berupa media filter berbahan PVC memiliki sifat ringan dan tahan karat. Dengan luas permukaan yang besar dan volume rongga yang tinggi, bioball memungkinkan penempelan mikroorganisme dalam jumlah besar dan mengurangi kemungkinan tersumbat. Sebaliknya, bioring yang memiliki kelembaban tinggi, sifat berpori, dan karakteristik sulit dirawat, merupakan pilihan sederhana sebagai media pertumbuhan bakteri [1]. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggunakan teknologi filtrasi yang memanfaatkan zeolit dan arang aktif sebagai media untuk meningkatkan kualitas air limbah tahu.

EKSPERIMEN

Material

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu, arang aktif, pasir zeolit, bioball, bioring, kapas, kertas pH, dan HCL 10%.

Prosedur

Prosedur penelitian dilakukan berdasarkan metode filtrasi, dengan media filtrasi berupa arang aktif, pasir zeolit, bioball, dan bioring.

Aktivasi Arang

Arang aktif diproduksi dengan menghancurkan arang menjadi potongan-potongan kecil. Setelah dihancurkan, arang dibersihkan untuk menghilangkan sisa abu, lalu dikeringkan pada suhu kamar. Selanjutnya, arang yang bersih direndam dalam larutan HCl 10% selama tiga jam. Setelah fase perendaman, arang dicuci dengan air suling untuk menghilangkan semua kontaminan atau senyawa yang menyertainya. Proses terakhir dalam pembuatan arang aktif adalah mengeringkan arang dalam oven yang diatur pada suhu antara 110°C dan 500°C selama tiga jam.

Proses Filtrasi

Untuk melakukan proses filtrasi, media filtrasi pertama-tama dibersihkan untuk menghilangkan kontaminan. Media kemudian

disusun dalam urutan arang aktif, bioball, bioring, dan zeolit, dengan lapisan kapas diantara setiap media. Setelah penyusunan, air aquades ditambahkan ke kolom penyaringan hingga seluruh permukaan media terendam selama dua hari. Setelah dua hari, aquades dikeluarkan dan sampel limbah cair tahu dituangkan ke dalam kolom hingga permukaannya terendam. Proses filtrasi kemudian dilakukan dan pH diukur pada hari pertama, ketiga, kelima, dan ketujuh.



Gambar 1. Rancangan kolom filtrasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH adalah salah satu parameter utama dalam pengolahan air limbah karena menentukan sifat asam atau basa dari limbah tersebut. Air limbah yang sesuai untuk dibuang ke lingkungan biasanya memiliki pH dalam rentang 6 hingga 9, yang mencerminkan kondisi netral atau sedikit basa yang tidak berbahaya bagi ekosistem [5].

Tabel 1. Hasil data pengamatan

Keterangan	pH
Sebelum proses filtrasi	4
Filtrasi hari ke – 1	8
Filtrasi hari ke – 3	7
Filtrasi hari ke – 5	7
Filtrasi hari ke – 7	7

Berdasarkan data pada Tabel, dapat dilihat bahwa pH limbah sebelum proses filtrasi berada

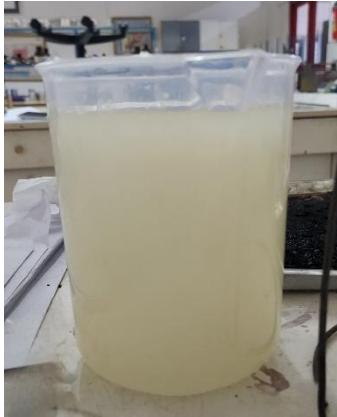
pada nilai 4, menunjukkan bahwa limbah tersebut bersifat asam. Nilai pH yang rendah ini menunjukkan adanya konsentrasi asam yang tinggi dalam limbah, yang berpotensi membahayakan lingkungan jika tidak diolah dengan baik [6]. Setelah proses filtrasi dimulai, pH limbah meningkat tajam menjadi 8 pada hari pertama. Peningkatan pH yang signifikan ini menunjukkan bahwa prosedur filtrasi mulai menetralkan keasaman pada fase awal. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh reaksi antara komponen asam dalam limbah dengan bahan filter seperti zeolit dan arang aktif, yang efektif dalam menetralkan asam dan mengubah sifat limbah menjadi lebih basa. Menurut (Lubis *dkk.* 2020) [7], arang aktif berfungsi dengan menyerap berbagai bahan kimia beracun dan bahan organik dari limbah, sedangkan zeolit sebagai bahan penukar ion dan membantu menghilangkan ion asam dari larutan.

Pada hari ketiga, pH limbah turun menjadi 7 yang menunjukkan bahwa reaksi kimia selama proses filtrasi terus berlangsung dan mencapai kondisi kesetimbangan dimana pH menjadi netral. Kondisi netral (pH 7) adalah yang diinginkan untuk pengolahan limbah, karena hal ini mengindikasikan bahwa limbah telah berhasil distabilkan menjadi aman untuk dibuang ke lingkungan. Selain itu, biosfer dan bioring yang menyediakan permukaan untuk pertumbuhan bakteri juga memainkan peran penting dalam menetralkan komponen asam melalui proses biologis [8].

Pada hari kelima dan ketujuh, pH limbah tetap konstan pada nilai 7. Keberhasilan mempertahankan pH pada tingkat netral menunjukkan bahwa proses filtrasi telah mencapai efektivitas optimal. Stabilitas pH ini menunjukkan bahwa reaksi antara komponen limbah dan bahan filter telah selesai, serta tidak ada lagi perubahan signifikan pada pH. Ini menunjukkan bahwa komponen asam dan basa dalam limbah mungkin telah sepenuhnya dihilangkan oleh media filtrasi seperti arang aktif dan negatif, atau interaksi kimia dan biologis telah mencapai titik stabil.

Secara keseluruhan, proses filtrasi yang dilakukan terbukti sangat efektif dalam mengolah limbah yang awalnya bersifat asam menjadi kondisi netral. Peningkatan pH dari 4 menjadi 8 pada hari pertama menunjukkan respon cepat dalam menetralkan asam, sementara stabilitas pH pada nilai 7 setelah beberapa hari menegaskan

efektivitas jangka panjang dari proses filtrasi. Proses ini tidak hanya memperbaiki kualitas limbah tetapi juga memastikan bahwa limbah yang dibuang ke lingkungan tidak menimbulkan dampak negatif.



Gambar 2 Limbah cair tahu sebelum di filtrasi



Gambar 3 Limbah cair tahu setelah dilakukan proses filtrasi

Setelah proses filtrasi, limbah tahu menjadi lebih jernih dan kekeruhan berkurang meskipun baunya tetap sama. Proses ini efektif dalam menetralkan pH dan meningkatkan kualitas limbah, menjadikannya lebih aman untuk dibuang ke lingkungan. Meskipun bau tidak berubah, filtrasi terbukti menjadi metode yang efektif dan efisien untuk mengolah limbah asam dari industri tahu.

SIMPULAN

Proses filtrasi yang digunakan terbukti sangat efektif dalam mengolah limbah yang awalnya bersifat asam menjadi netral. Pada hari pertama, pH limbah meningkat tajam dari 4 yang menunjukkan sifat asam menjadi 8 yang menunjukkan bahwa proses filtrasi berhasil menetralkan keasaman dengan cepat. Kemungkinan besar, komponen asam dalam limbah bereaksi dengan bahan filter seperti zeolit dan arang aktif membantu menetralkan keasaman dan bahkan mengubah limbah menjadi basa. Pada hari ketiga, pH menurun menjadi 7 yang menunjukkan bahwa reaksi kimia dalam proses filtrasi telah mencapai kondisi kesetimbangan yang diinginkan, yaitu pH netral. Stabilitas pH pada nilai 7 hingga hari ketujuh menunjukkan efektivitas jangka panjang dari proses filtrasi. Perubahan warna dan kekeruhan limbah menjadi lebih jelas setelah filtrasi, meskipun bau tidak berubah. Hal ini menunjukkan bahwa proses filtrasi berhasil memperbaiki kualitas limbah. Dengan pH yang netral dan peningkatan kualitas air limbah, proses ini memastikan bahwa limbah yang dibuang tidak berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, proses filtrasi ini dapat dianggap sebagai metode yang andal dan efisien dalam mengolah limbah asam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berhak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak Akademi Kimia Analisis Caraka Nusantara yang telah memberikan fasilitas dan dukungan kepada penulis hingga terselesaikannya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. N. Sitasari, A. Khoironi, "Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu," *J. Ilmu Lingkungan*. **19**(3):565–575. 2021. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.565-575>
- [2] N. H. H, A. K. Yahya, M. Z. Luthfi, E. Nurmalasari, R. L. Permadani, A. P. Aini, P.

- Rahayu, “Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknologi Ultrafiltrasi Dengan Sistem Monitoring Berbasis *Internet of Things*,” *J. Ind. Community Empower.* **3**(1):25.2024.
<https://doi.org/10.52759/jice.v3i1.253>
- [3] T. D. Pradana, S. Suharno, A. Apriansyah, “Pengolahan Limbah Cair Tahu untuk Menurunkan Kadar TSS Dan BOD,” *J. Vokasi Kesehatan.* **4**(2):56.2018.
<https://doi.org/10.30602/jvk.v4i2.9>
- [4] T. Hajar, A. M. Supriatna, E. P. Hadisantoso, “Pengaruh Limbah Tahu terhadap Kualitas Air Sungai Cikeruh dan Penanganannya dengan Metode Adsorpsi Berdasarkan Prinsip Teknologi Tepat Guna,” *Gunung Djati Conf. Ser.* **15**:1–10. 2022
- [5] L. Furqonati, F. N. Fadilah, F. A. P. Rahmatika, A. K. Putri, J. Rohmah , “Penggunaan Filtrasi sebagai Teknologi dalam Pengolahan Limbah Tahu di Desa Sepande Sidoarjo” *Nat. J. Penelit. Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.* **13**(1):71–76.2024.
<https://doi.org/10.31186/naturalis.13.1.32358>
- [6] I. Y. Fisma, B. G. Bhernama, “Analisis Air Limbah yang Masuk pada *Waste Water Treatment Plant* (WWTP). *Amina.* **2**(2):50–58.2020.
- [7] A. R. F. Lubis, H. I. Nasution, M. Zubir, “Microporous and Mesoporous Materials-2020-03-Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water,” *Indones. J. Chem. Sci. Technol.* **3**(2):67–73. 2020
- [8] R. Ramadania, S. Samsunar, dan M. Utami, “Analysis of Temperature, Power of Hydrogen (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), and Biological Oxygen Demand (BOD) in Domestic Wastewater in Sukoharjo Environmental Office,” *IJCR-Indonesian J. Chem. Res.* **6**(1):12–22.2021.
<https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.4318>