

**Efisiensi Karbon Aktif Pada IPAL Berdasarkan Debit Air Limbah Dalam Meningkatkan
Drajat Keasaman**
*Efficiency of Activated Carbon in WWTP Based on Wastewater Discharge in Increasing the
Degree of Acidity*

Setiya Aji Lutfi Afnani¹⁾, Senki Desta Galuh²⁾, Pujo Priyono³⁾

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : setiyaajilutfiafnani@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : Senkidestagaluh@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : Pujopriyono@gmail.com

Abstrak

Kaliwining adalah desa yang berada di kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur, Didesa Kaliwining mayoritas penduduknya mempunyai usaha rumahan / industri rumah tangga yaitu industri pembuatan tahu dan tempe. Permasalahan yang sering terjadi ialah limbah industri tahu dihasilkan berupa limbah padat dan cair. Pencemaran air limbah industri kedelai yang mengandung drajat keasaman (ph) rendah dapat menjadi ancaman serius bagi konstruksi bangunan karena potensi merusak material-material penting seperti beton dan logam. Oleh karena itu, perlunya alternatif untuk konstruksi bangunan dari pengaruh PH rendah menjadi sangat penting dalam perencanaan dan pemeliharaan infrastruktur. Penelitian ini ialah bertujuan untuk jumlah efisiensi karbon berdasarkan debit air limbah. Adapun metode yang dilakukan yaitu mengaplikasikan absorpsi karbon aktif, pengamatan laju aliran l/detik, dan menganalisis karbon terhadap air limbah. Dengan menerapkan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif sebagai adsorben dengan cara menuang / lima liter air limbah .Berdasarkan hasil analisis diperoleh degradasi kualitas air limbah menggunakan karbon aktif mampu menstabilkan dan menaikkan drajat keasaman yang awalnya 4,1 menjadi 6,3, kebutuhan karbon aktif sebesar 10 kg, pengolahan 500 liter membutuhkan waktu selama 8 jam.

Kata Kunci : Derajat Keasaman, Debit, Efisiensi Karbon, Karbon Aktif, Limbah.

Abstract

Kaliwining is a village in Rambipuji subdistrict, Jember Regency, East Java Province. In Kaliwining Village, the majority of the population has home businesses/home industries, namely the tofu and tempeh making industry. The problem that often occurs is that tofu industrial waste is produced in the form of solid and liquid waste. Soybean industry wastewater pollution which contains low acidity (pH) can be a serious threat to building construction because of the potential to damage important materials such as concrete and metal. Therefore, the need for alternatives for building construction from the effects of low PH is very important in infrastructure planning and maintenance. This research aims to determine carbon efficiency based on wastewater discharge. The method used is applying activated carbon absorption, observing the flow rate l/second, and analyzing carbon in waste water. By applying the adsorption method using activated carbon as an adsorbent by pouring five liters of waste water. Based on the results of the analysis, it was found that degradation of waste water quality using active carbon was able to stabilize and increase the acidity level from initially 4.1 to 6.3, the need for active carbon was 500 liter takes 8 hours.

Keywords: Carbon Efficiency, Carbo, Degree of Acidity, Discharge, Waste.

1. PENDAHULUAN

Industri pengolahan kedelai adalah suatu industry yang bias menghasilkan suatu limbah yang organik. (W Samsudin, M Selomo, 2018). Limbah tahu yang di hasilkan dari suatu industry bias berupa padat ataupun cair, namun limbah mempunyai tingkatan pencemaran yang cukup besar dari pada limbah yang padat (Sasongko, dan Syekhiani, 2022).

Kaliwining adalah desa yang terletak di kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur, Didesa Kaliwining mayoritas penduduknya mempunyai usaha rumahan / industri rumah tangga yaitu industri pembuatan tahu dan tempe (AR Sujarwadi, 2021). Dampak air limbah industri kedelai yang mengandung kadar keasaman (ph) rendah dapat menyebabkan degradasi pada konstruksi bangunan yang berada di lingkungan industri tersebut, serta belum ada yang menjelaskan tentang solusi dan penanganan pencemaran air limbah industri kedelai yang mengandung drajat keasaman (ph) rendah.

PH rendah atau keasaman tinggi dapat menjadi ancaman serius bagi konstruksi bangunan karena potensi merusak material-material penting seperti beton dan logam. H Rudianto, EIE Arifi, IM Musa – 2023. Beton, sebagai komponen utama dalam struktur bangunan, rentan terhadap pengaruh PH rendah karena dapat menyebabkan korosi pada baja tulangan di dalamnya.

Pada penelitian ini akan di analisis analisa efektivitas karbon aktif untuk meningkatkan drajat keasaman pada air limbah industri kedelai melalui proses adsorpsi yang menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui degradasi kualitas air limbah terhadap karbon aktif dan jumlah debit air limbah yang akan di olah untuk meningkatkan drajat keasaman pada air limbah industri kedelai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber Air Limbah Industri Kedelai

Kedelai, pencucian, alat alat yang digunakan dan lantai merupakan air limbah

yang di hasilkan (kulit, selaput lendir dan bahan organik lain), (K. Ridhwan, 2016).

Air limbah yang berawal dari pembuangan air yang direndam dan mengelupas menyebabkan efek warna putih yang keruh hal tersebut dikarenakan banyak mengandung pati. Alat yang digunakan selama proses produksi juga mempunyai pengaruh terhadap warna putih pada air limbah.

B Parameter Air Limbah

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Kedelai

Parameter	Pengelolaan Kedelai					
	kecap		Tahu		Tempe	
	Kadar (mg/l)	Beban (mg/l)	Kadar (mg/l)	Beban (mg/l)	Kadar (mg/l)	Beban (mg/l)
BOD	150	1,5	150	3	150	1,5
COD	300	3	300	6	300	3
TSS	100	1	200	4	100	1
Ph	6 – 9					
Kualitas air limbah paling tinggi (m ³ /ton)	10		20		10	

Sumber: Permen LHK, 2014

Dampak dan Aspek Lingkungan Hidup
 Suatu industri dapat menimbulkan berbagai aktivitas sehingga menimbulkan suatu dampak yang ditimbulkan dari suatu pencemaran bahan organik air limbah yang berawal dari industry pengolahan kedelai. (D Dahruji 2017). Dampak yang disebabkan olehsuatu industry olahan kedelai yakni suatu gangguan ke hidupan biotik organism, kuatilat air yang menurun akibat dari melonjaknya kandungan dari suatu bahan organik.

A. Drajat Keasaman (pH)

pH merupakan derajat keasaman yang di gunakan untuk me nyatakan tingkat keasman atau kebasan yang di miliki oleh suatu larutan tertentu (B Sugeng, S Sulardi, 2019). Ia diartikan sebagai suatu kologartima aktifitas ion hydrogen H⁺ yang sudah terlarut. pH air yang ideal belum tentu mempunyai warna air yang jernih. Biasanya suatu kadar dari pH tidak akan terlalu asam dan tidak terlalu basa. Pada suhu 25 derajat merupakan suhu normal air dengan kadar pH normal yakni 8-7. Apabila keasaman meningkat harga H semakin meningkat dan harga pH akanmenurun dibawah 7 begitupun

sebaliknya. pH 6-8 merupakan pH air yang normal.

Sifat asam mempunyai pH dari 0 sampai 7 dan nilai sifat basanya ada diantar 7 sampai 14. Contoh sutua bahan yang mempunya pH dari 0 sampai 7 adalah jus jeruk dan air aki. Air laut dan larutan pemutih lainnya mempunyai pH antara 7 hingga 14. Serta air bersih mempunyai nilai pH 7.

B. Debit Air Limbah

Debit air limbah merupakan banyaknya air limbah yang dihasilkan berdasarkan jumlah pemakaian yang dipergunakan dalam proses pengolahan industri kedelai yang berada di Desa Kaliwining, Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember. Pemakaian air bersih setiap pengolahan kedelai sebesar 145 l/hari, dengan persentase air limbah yang dihasilkan tiap satu hari pengolahan 75–80%.

C. Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu kejadian melekatnya suatu atom atau molekul dari zat pada permukaan zat yang lain karna ketidak seimbangannya dalam gaya pada suatu permukaan. Suatu yang ter adsorpsi di sebut adsorben. (R Wirosodarmo, 2019) Ada 2 cara yakni secara fisik dan secara kimia.

D. Karbon Aktif

Karbon aktif, atau sering juga disebut sebagai arang aktif, adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar (P Nunik, 2013). Hal ini bisa dicapai dengan mengaktifkan karbon atau arang tersebut. Hanya dengan satu gram dari karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m² (didapat dari pengukuran adsorpsi gas nitrogen).

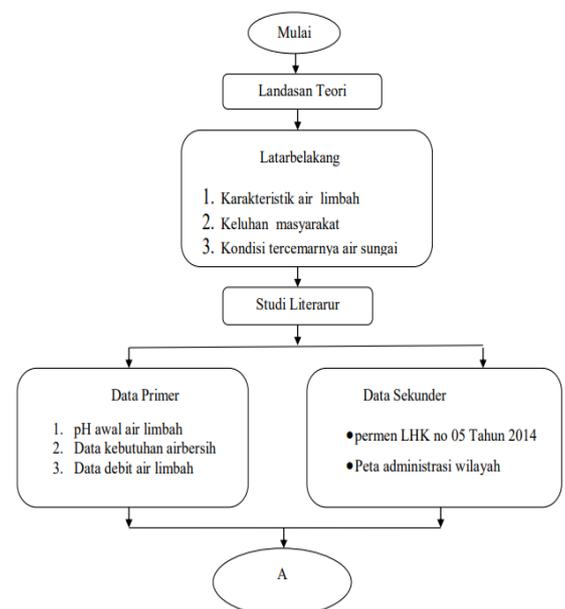
Karbon yang aktif mempunyai pengertian karbon padat yang mempunyai suatu permukaann yang lumayan sangat tinggi yang berkisar antara sertasampai dengan 2000 (Kusdarini, 2017). Ada beberapa studi penelitian mengenai luas permukaan karbon aktif yang memiliki klaim dapat di kembangkan hingga memiliki luas permukaan yang lebih dari 3000 m²/g (Kusdarini, 2017)



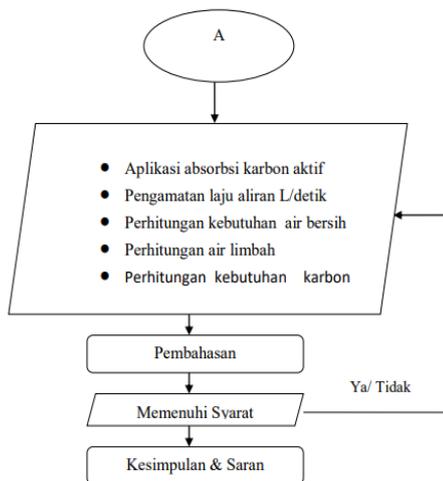
Gambar 1. Karbon Aktif
Sumber : Peneliti, 2024

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan standar peraturan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah sebagai pedoman dan sumber rujukan untuk terlaksananya penelitian Studi Efisiensi Karbon Aktif Pada Ipal Berdasarkan Debit Air Limbah Dalam Meningkatkan Drajat Keasaman. Adapun beberapa tahap prosedur penelitian yang ditunjukkan pada gambar 2 diagram alir berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian



Gambar 2. Diagram Alur Lanjutan
 Sumber: Penulis, 2024.

Prosedur penelitian ini dengan cara melakukan studi literatur yang dilakukan penulis untuk mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan penelitian ini. Studi literatur dilakukan dari berbagai sumber, yaitu buku, jurnal, dan peraturan-peraturan yang bersangkutan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pengambilan Sampel

Air limbah industri kedelai diolah dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif. home industri yang memproses 100 kg kedelai memerlukan perencanaan yang matang, termasuk pengelolaan sumber daya seperti air bersih. Pada awal pagi, persiapan dimulai dengan persiapan kedelai. Biji kedelai yang telah dipilih dengan cermat dimasukkan ke dalam proses pencucian kemudian proses perendaman, setelah proses perendaman kedelai di giling.

Sore hari adalah waktu di mana produk-produk seperti tahu dibentuk dan diproses lebih lanjut. Proses pengolahan ini juga memanfaatkan air, terutama dalam tahap pencucian dan pengeluaran kotoran dari produk akhir. Setelah produk matang, mereka harus dibersihkan secara menyeluruh menggunakan air bersih untuk memastikan kebersihan dan kualitas produk yang dihasilkan. Semua proses pengolahan kedelai menghasilkan 100 liter air cuka.



Gambar 3. Hasil PH Awal 4,1
 Sumber : Penulis, 2024.

Setelah melalui proses pengolahan menggunakan metode adsorpsi dengan karbon aktif sebagai adsorben terhadap air limbah industri kedelai, terjadi peningkatan signifikan pada kadar pH. Awalnya, pH air limbah tersebut hanya sebesar 4,1, namun setelah proses adsorpsi, pH tersebut berhasil ditingkatkan menjadi 6,3. Penurunan keasaman ini menunjukkan efektivitas karbon aktif dalam menyerap komponen-komponen yang menyebabkan penurunan pH dalam air limbah. Hasil pH 6,3 yang tercapai setelah proses adsorpsi memenuhi standar baku mutu air limbah yang ditetapkan dalam Permen LHK No. 5 tahun 2014. Regulasi tersebut menetapkan bahwa air limbah yang dibuang ke lingkungan harus memiliki pH yang stabil dalam rentang 6 hingga 7. Dengan demikian, hasil dari proses pengolahan ini memastikan bahwa air limbah industri kedelai yang diolah menggunakan karbon aktif dapat dibuang secara aman dan mematuhi ketentuan lingkungan yang berlaku.



Gambar 3. Hasil PH 6,3 Uji coba 1
 Sumber: Penulis, 2024.

B. Metode Eksperimen Sampel

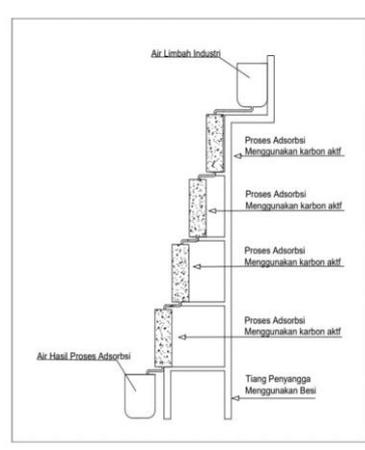
Pada bagian ini akan dibahas mengenai cara pembuatan media pembantu pelaksana proses adsorpsi kemudian bagaimana cara menghitung debit air limbah yang akan diolah untuk meningkatkan derajat keasaman pada air limbah industri kedelai, penyusunan media pengolahan yang di pakai yakni cara adsorpsi serta filtrasi setelah hal tersebut di lakukan maka akan dilakukan pembuatan system secara ke seluruhnya berikut ini adalah uraian dari penjelasan diatas.

Dalam eksperimen ini, dilakukan penelitian terhadap efektivitas adsorben dengan menggunakan variasi massa sebanyak 10 kilogram. Tujuan utama penelitian adalah untuk mengukur kemampuan adsorpsi adsorben terhadap limbah dari industri tahu yang berasal dari home industri di Desa Kaliwining, Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember. Proses eksperimen dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk memproses lima liter air limbah, yaitu sekitar 288 detik perlima liter. Hal ini bertujuan untuk menentukan efisiensi serta kapasitas adsorben dalam menghilangkan kontaminan dari air limbah industri tahu tersebut.

Lokasi penelitian di Desa Kaliwining, Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember dipilih karena representatif sebagai pusat produksi tahu di daerah tersebut. Dengan memilih variasi massa adsorben sebesar 10 kilogram, peneliti berharap dapat mengamati sejauh mana adsorben dapat menyerap bahan pencemar yang umumnya terkandung dalam air limbah industri tahu.

C. Pembuatan System Pengolahan

Pada bagian ini menjelaskan tentang pembuatan system pengolahan limbah dalam segi perangkat keras yaitu terdiri dari pembuatan Penampung air limbah yang menggunakan galon bekas, sebagai metode adsorpsi peneliti menggunakan pipa pvc dengan diameter 4 inch dengan panjang 70 cm sebanyak 4 bagian yang setiap bagian di isi 2,5 kg karbon aktif sebagai adsorben. Dan ember untuk menampung hasil proses adsorpsi, Dengan ilustrasi gambar rencana sebagai berikut:



Gambar 4. Desain Rencana

Sumber : Penulis, 2024.

Berikut ini dijelaskan prosedur eksperimen pada penelitian ini:

- 1) Pengujian pH awal
- 2) Penuangan air limbah ke dalam proses filtrasi
- 3) Mengamati laju aliran sampai habis menggunakan stopwatch
- 4) Lalu mengukur pH hasil filtrasi menggunakan pH meter



Gambar 5. Pelaksanaan Penelitian

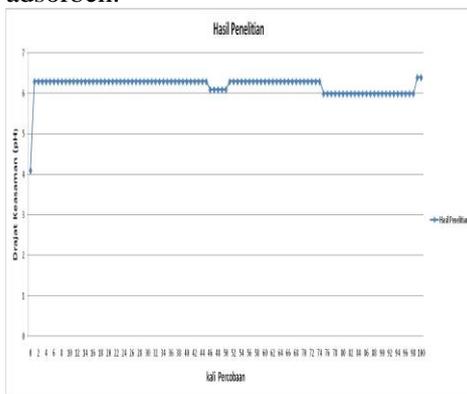
Sumber : Penulis, 2024.

D. Hasil Analisis

Setiap harinya, home industri ini memproses 100 kg kedelai yang memerlukan 100 liter air cuka. Proses ini menunjukkan dedikasi dalam mempersiapkan air limbah sebelum dilakukan proses pengolahan lebih lanjut, yang penting untuk memastikan kualitas air limbah yang sesuai untuk percobaan dan pengujian yang akan dilakukan.

Peneliti melakukan serangkaian percobaan untuk mengolah air limbah industri kedelai menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Total 10 kg karbon aktif digunakan dalam proses ini. Mereka berhasil melakukan pengolahan sebanyak 100 kali percobaan, dimana setiap percobaan memerlukan penggunaan 5 liter air limbah. Pada fase awal percobaan, lima liter pertama menghasilkan nilai pH stabil pada 6,3 dari percobaan pertama hingga ke-45. Namun, pada percobaan ke-46 hingga ke-50, terjadi penurunan signifikan dalam nilai pH, mencapai 6,1. Setelah itu, pH kembali meningkat menjadi 6,3 pada percobaan ke-51 hingga ke-74. Pada fase berikutnya, yaitu dari percobaan ke-75 hingga ke-98, pH mengalami penurunan kembali hingga mencapai 6. Pada percobaan terakhir, yaitu ke-98 hingga ke-100, terjadi peningkatan pH menjadi 6,4.

Perubahan pH ini tercermin dalam grafik yang menggambarkan hasil percobaan secara visual. Grafik menunjukkan pola naik turunnya nilai pH seiring dengan progres percobaan, mencerminkan kompleksitas proses pengolahan air limbah kedelai oleh peneliti menggunakan karbon aktif sebagai adsorben.



Gambar 5. Grafik Derajat Kesamaan (pH)
Sumber : Hasil Analisis, 2024.

E. Konversi Waktu

Eksperimen ini membutuhkan waktu untuk proses pengolahan air limbah industri dalam skala yang lebih besar. Berdasarkan hasil percobaan, diketahui bahwa setiap pengolahan lima liter air limbah memerlukan waktu sekitar 4 menit 48 detik, yang setara dengan 288 detik. Untuk mengaplikasikan

proses ini pada skala yang lebih besar, diperhitungkan bahwa untuk memproses 500 liter air limbah, diperlukan serangkaian percobaan sebanyak 100 kali. Oleh karena itu, total waktu yang dibutuhkan untuk 100 percobaan ini adalah 28.800 detik.

Dalam tahap konversi waktu, 28.800 detik kemudian dibagi dengan 60 detik per menit, menghasilkan total waktu sekitar 480 menit. Selanjutnya, untuk mengonversi waktu dari menit ke jam, 480 menit dibagi dengan 60 menit per jam, sehingga diperoleh estimasi waktu sekitar 8 jam yang dibutuhkan untuk mengolah 500 liter air limbah secara keseluruhan.

F. Uji Coba Pengolahan Air Limbah

Hasil perhitungan ini menunjukkan betapa pentingnya mengoptimalkan efisiensi waktu dalam proses pengolahan air limbah industri, mengingat hal ini tidak hanya mempengaruhi produktivitas tetapi juga keberlanjutan operasional.

Berdasarkan kondisi di lokasi home industri yang mengolah 20 kg kedelai, menghasilkan 100 liter air cuka bekas pengolahan, maka perbandingan antara 100 liter air cuka dengan 5 liter air untuk setiap percobaan adalah 20 kali uji coba. Dengan demikian, untuk 20 kali percobaan, waktu yang diperlukan adalah 20 kali 288 detik, yang setara dengan 5700 detik. Mengkonversi waktu ini menjadi menit, yaitu 5700 detik dibagi 60, hasilnya adalah 96 menit. Selanjutnya, untuk mengonversi waktu dari menit menjadi jam, 96 menit dibagi 60, yang menghasilkan 1,6 jam. Dengan demikian, total waktu yang diperlukan untuk melakukan 20 kali uji coba pengolahan air limbah kedelai adalah 1,6 jam.

Maka :

$$20 \times 288 = 5700 \text{ dtk}$$

$$5700 : 60 = 96 \text{ menit}$$

$$96 \text{ menit} : 60 = 1,6 \text{ jam}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang bisa diungkapkan adalah:

1. Cara menghitung kebutuhan karbon aktif berdasarkan data hasil pengujian sebanyak 500 liter air limbah memerlukan karbon aktif

sebanyak 10 kg dengan waktu selama 8 jam, dinyatakan industri pengolahan kedelai dengan luaran air limbah sebesar 100 liter / hari membutuhkan waktu selama 1,6 jam, dan membutuhkan karbon aktif sebanyak 2 kg.

2. Metode pengolahan ini dinyatakan efektif berdasarkan derajat keasaman yang dinaikan dari 4,1 menjadi 6,4 dan berdasarkan debit pengolahan air limbah terselesaikan dalam waktu 1,6 jam dari 8 jam kerja industri

b. Saran

Berdasarkan dari penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini, kami dapat memberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Pada penelitian berikutnya agar eksperimen diteruskan hingga pada titik debit yang mengetahui atau menghasilkan ketidakaktifan karbon ditandai dengan angka kemampuan dalam menetralkan drajat keasaman.
2. Hasil bisa lebih maksimal dan cepat jika menggunakan pompa sebagai daya dorong agar mempersingkat waktu pengujian.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ariesmayana, Ade. 2018. Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Kadar Fenol dari Limbah Industri Tinplate Menggunakan Arang Aktif yang Terbuat dari Tempurung Kelapa. *Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu*. 107-113.

Sujarwadi, AR. 2021. Rancang Bangun Instalasi Pengolahan Air Limbah , Industri Pengolahan Kedelai Kaliwining Bedadung Kulon Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember. *Jurnal Smart*, 52-56.

Ariyetti, A. 2022. Analisa Kualitas Air Limbah Tahu di Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Kualitas Air Limbah Tahu di Kecamatan Kuranji Kota. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas* 19 (2). 1-6.

A, Lubis. 1999. Pollution Levels of Air Hitam River in Tofu Industry Area Pekanbaru Based on Water Quality and Macrozoobenthos. *Journal article // Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Un.*

BVJ, Polii. 2020. Analisis kandungan limbah industri tahu dan tempe rahayu di Kelurahan Uner Kecamatan

Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Sosial & Ekonomi Pertanian*. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.16.2.2020.28758>

Widjajanti, E dan Budiasih, KS. 2010 Nitrogen Adsorption Of Urine Withzeolitemp. *Jurnal Penelitian Saintek*.

Fahirah, F. 2007. Korosi pada beton bertulang dan pencegahannya. *Jurnal Smart Tek*. 5 (3), 222094.

Galuh, Senki Desta. 2021. Waste Water Treatment Analysis Of Soybean Industry Using Wetlands System. <https://www.ijrpr.com/uploads/v2issue7/ijrpr598>.

Lasindrang, M. 2014. Adsorpsi pencemaran limbah cair industri penyamakan kulit oleh kitosan yang melapisi arang aktif tempurung kelapa. *Jurnal Teknosains*.

Nipu, LP. 2022. Penentuan Kualitas Air Tanah sebagai Air Minum dengan Metode Indeks Pencemaran. *Journal Of Physics and It's Application*, 106-111.

Idrus, R dan BP, Lapanporo. 2014. Pengaruh suhu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa. *Jurnal Prisma Fisika*.

Sandra, RE. 2015. Dampak Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Tanah di Somopuro Jogonalan Klaten. https://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/90723

VNF Anggraeni, 2023, Dampak Pencemaran Limbah Industri di Sungai Mangetan Kanal Terhadap Kehidupan Masyarakat Kecamatan Tarik - Balongbendo, Kabupaten Sidoarjo, *Jurnal Environmental Pollution*. <https://doi.org/10.58954/epj.v3i3.157>