

Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknologi Ultrafiltrasi Dengan Sistem Monitoring Berbasis *Internet of Things*

Harmiwati N. H.¹, Agung Kurnia Yahya^{1*}, Muhammad Zulfikar Luthfi², Enny Nurmalasari¹,
Resi Levi Permadani¹, Apsari Puspita Aini¹, Puji Rahayu²

¹ Politeknik ATI Padang, Jl. Bungo Pasang Tabing, Kota Padang, 25171, Indonesia

² Jurusan Teknologi Proses Industri Peteokimia, Politeknik Industri Petrokimia Banten, Jl. Raya Karang Bolong, Serang, 42166, Indonesia

Submitted: March 9th 2024; Revised: April 2nd 2024; Accepted: April 5th 2024

Keywords:

Filtration, Internet of Things, Tofu Wastewater

Abstract

Waste from the tofu industry is a byproduct of the tofu production process that can have negative environmental impacts if not managed properly. CV. Dapur Tahu still discharges liquid waste directly into the river, posing a potential threat of river water pollution. Although a new reservoir and waste disposal channel are under construction, there is currently no effective waste treatment facility in place. To address this issue, a tofu wastewater treatment facility utilizing filtration technology is proposed due to its simplicity of operation, durability, and high efficiency in removing organic contaminants. The technology comprises a multi-stage filtration process involving sand filters (pumice, zeolite, and activated charcoal) combined with ultrafiltration membrane technology, complemented by a monitoring system consisting of TDS, pH, and temperature sensors. The multi-stage filtration process is capable of reducing TDS levels to 160 ppm, resulting in visibly clearer wastewater compared to the initial turbid white condition. The installation of IoT-based monitoring devices in the wastewater treatment process significantly aids in real-time water quality monitoring, accessible via mobile phone screens.

1. PENDAHULUAN

Tahu adalah produk olahan kedelai yang menjadi makanan pokok bagi banyak orang di Indonesia. Produksi tahu di Indonesia telah menjadi tradisi turun-temurun dan telah berkembang pesat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kesadaran akan nilai gizi dan kesehatan. Seiring dengan terus berkembangnya industri tahu di Indonesia, semakin meningkat juga limbah yang dihasilkan dari proses produksi tahu. Limbah industri tahu adalah hasil samping dari proses pembuatan tahu yang dapat berdampak negatif pada lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Pagoray et al., 2021; Anggara et al., 2023). Proses produksi tahu menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan organik, bahan kimia, dan partikel lain yang dapat mencemari air tanah dan sumber air permukaan. Selain itu, limbah padat seperti ampas tahu juga dapat

menimbulkan masalah lingkungan jika tidak diolah dengan benar (Maulana & Marsono, 2021).

CV. Dapur Tahu adalah salah satu industri kecil menengah yang memproduksi tahu di Kelurahan Lubuk Buaya, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang. IKM ini memproduksi tahu putih, tahu goreng, dan beberapa produk dari kedelai seperti susu kedelai dan keripik tahu. Kapasitas produksi CV. Dapur Tahu sesuai dengan kebutuhan masyarakat per hari, sehingga tahu yang dibeli oleh masyarakat adalah tahu baru dan segar. CV. Dapur Tahu menggunakan cairan *whey* yang dihasilkan dari proses perebusan kedelai untuk penggumpalan sari tahu sehingga tidak menggunakan senyawa kimia tambahan dalam proses produksinya. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi yaitu sebesar 300 L/jam. Limbah cair dipantau dengan bak kontrol dan kemudian dibuang ke Sungai (Rodiyanti et al., 2014; Trisnadewi et al., 2017).

Limbah cair yang dihasilkan merupakan cairan kental yang memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi. Selain itu, juga mengandung zat tersuspensi yang mengakibatkan air menjadi kotor atau keruh. Saat ini produsen tahu banyak yang langsung membuang limbah ke selokan, sungai atau badan air lainnya tanpa pengolahan terlebih dahulu. Saat ini berdasarkan teori, limbah cair tahu memiliki karakteristik berupa pH, TSS, COD, BOD, ammonia, nitrit, dan nitrat yang masih melebihi baku mutu air limbah. Berdasarkan pada PERMEN LH Nomor 15 Tahun 2008 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai, kandungan limbah tahu yang diperbolehkan adalah dengan nilai BOD 100 mg/L dan COD 300 mg/L (Pradana et al., 2018).

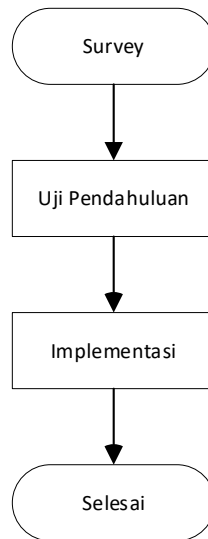
CV. Dapur Tahu masih melakukan pembuangan limbah cair langsung ke sungai, yang menyebabkan potensi pencemaran air sungai. Meskipun sedang dibangun kolam penampungan dan saluran pembuangan limbah baru, tetapi belum ada instalasi pengolahan limbah yang efektif. Air limbah yang masih berwarna putih setelah melalui kolam penampungan dan saluran pembuangan baru menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah yang ada masih belum efektif dalam menghilangkan kontaminan yang ada.

Pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini, tim pengusul memberikan usulan instalasi pengolahan limbah cair tahu menggunakan teknologi ultrafiltrasi dengan sistem monitoring IoT di CV. Dapur Tahu. Teknologi filtrasi dipilih karena operasinya yang sederhana dan lebih tahan lama serta kemampuannya dalam menghilangkan kontaminan organik memiliki tingkat efisiensi yang tinggi (Sitasari & Khoironi, 2021). Teknologi yang digunakan terdiri dari sand filter (batu apung, zeolit dan arang aktif) yang dikombinasi dengan teknologi membran serta dilengkapi dengan sistem monitoring berupa sensor TDS, pH dan temperatur. Sand filter berguna untuk mengurangi suspensi dan koloid yang terdapat pada limbah cair, karena zeolit, batu apung, dan arang aktif mampu mengurangi kadar polutan pada air limbah dengan efisiensi yang cukup tinggi. Pengolahan limbah dengan gabungan metode ini diharapkan mampu mempersingkat waktu pengolahan limbah dan menghasilkan pengelolaan yang lebih efektif. Dalam proses pengolahan limbah cair, kualitas air harus dipantau secara terus-menerus untuk memastikan bahwa standar kualitas terpenuhi. Dengan sistem monitoring IoT, data dapat dikumpulkan secara real-time dan secara otomatis, memungkinkan respons yang cepat terhadap perubahan kondisi yang tidak diinginkan. Hal ini memungkinkan operator untuk mengidentifikasi masalah dan mengambil tindakan korektif secara tepat waktu sebelum

mencapai tingkat yang mengganggu proses produksi atau bahkan merusak lingkungan sekitar (Lestari & Zafia, 2022).

2. METODE

Kegiatan PKM pengolahan limbah cair industri tahu menggunakan teknologi ultrafiltrasi dengan sistem monitoring berbasis IoT dilakukan di CV. Dapur Tahu, Lubuk Buaya, Kec. Koto Tangah, Kota Padang, Sumatera Barat. Kegiatan dilakukan mulai dari 2 Februari – 30 Agustus 2023. Secara garis besar kegiatan ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan PKM

Tahap awal adalah kegiatan survey yang dilakukan untuk mengetahui kondisi riil terkait lokasi kegiatan PKM. Survey dilakukan secara bertahap yaitu pada tanggal 2 Februari, 2 Maret dan 2 Juli 2023. Kegiatan terdiri dari wawancara dengan *owner* dan melihat secara langsung kondisi pengolahan dan pembuangan air limbah di CV. Dapur Tahu.

Pada tahap selanjutnya dilakukan uji pendahuluan dimana tim PKM melakukan pembelian dan pembuatan rangkaian alat filtrasi seperti kolom-kolom tempat media filtrasi (zeolit dan arang aktif), pompa, filter membran dan sistem monitoring kualitas air. Selanjutnya, dilakukan uji coba untuk melihat keberhasilan alat yang telah dirancang. Dari hasil uji coba tersebut kemudian dilakukan tindak lanjut.

Tahap ketiga, implementasi teknologi, yaitu melakukan penyerahan teknologi dan instalasi alat pengolahan limbah cair tahu di CV. Dapur Tahu Proses yang terdiri dari filtrasi awal dengan sand filter dan filtrasi lanjutan dengan membran ultrafiltrasi. Alat pengolahan limbah dilengkapi dengan dua buah pompa. Satu pompa submerged digunakan pada bak limbah awal untuk mengalirkan limbah ke bagian sand filter dua tahap. Kemudian pompa air biasa dipasang pada drum penampungan air limbah keluaran sand filter untuk dialirkan ke filter membran.

Tahap keempat merupakan tahap pelaporan, dimana dilakukan evaluasi dari implementasi alat setelah diaplikasikan langsung dengan dilakukan survey kepuasan terhadap mitra.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelenggaraan kegiatan PKM di CV. Dapur Tahu dilaksanakan dengan metode pendekatan yang diawali dengan survey langsung ke lokasi mitra dengan tujuan untuk menganalisis kondisi riil pengolahan limbahnya. Kemudian dilanjutkan dengan tahap perancangan teknologi pengolahan limbah yang akan digunakan yang setelah disepakati oleh tim PKM dilakukan pembuatan rangkaian alat. Alat kemudian diaplikasikan langsung kepada mitra, dilakukan evaluasi kegiatan dan pembuatan laporan akhir. Hasil yang telah dicapai dalam kegiatan PKM ini antara lain sebagai berikut:

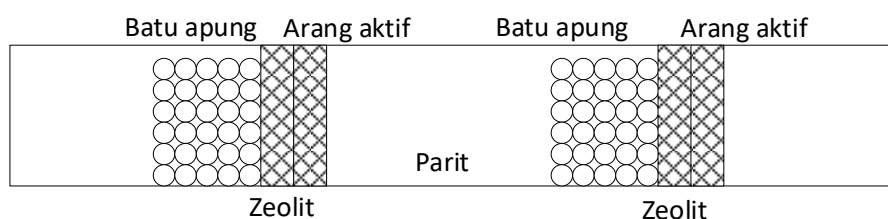
Survey

Kegiatan survey yang dilakukan untuk mengetahui kondisi riil terkait lokasi kegiatan PKM. Survey dilakukan secara bertahap yaitu pada tanggal 2 Februari, 2 Maret dan 2 Juli 2023. Kegiatan terdiri dari wawancara dengan owner dan melihat secara langsung kondisi pengolahan dan pembuangan air limbah di IKM CV. Dapur Tahu. Dari hasil survey pada tanggal 2 Februari dan 2 Maret 2023 diketahui bahwa limbah cair dibuang ke sungai dan hanya dipantau dengan bak kontrol yang kurang memadai seperti yang telah diuraikan sebelumnya pada bagian pendahuluan. Namun mitra sedang melakukan pembuatan kolam dan saluran pembuangan limbah baru dengan kapasitas yang lebih besar. Kendalanya adalah mitra belum menggunakan atau memanfaatkan instalasi pengolahan limbah yang baik.

Kemudian dilanjutkan dengan survey terakhir pada tanggal 2 Juli 2023. Dari hasil survey diketahui bahwa kolam penampungan dan saluran pembuangan air limbah yang baru telah digunakan. Terlihat pada gambar berikut, air limbah yang dibuang ke sungai masih berwarna putih. Tim PKM melakukan pengukuran pada bak/kolam dan saluran yang baru untuk penyesuaian ukuran pada rangkaian alat pengolahan limbah yang akan dibuat.

Uji Pendahuluan

Tahap ini dilakukan pembuatan kolom-kolom tempat media filtrasi zeolit dan arang aktif sesuai dengan rancangan awal yang telah dibuat. Pemilihan bahan disesuaikan dengan kondisi limbah cair yang ditangani dimana memiliki pH asam yaitu 4-5 (Pangestu et al., 2021), sehingga dipilih bahan yang tahan terhadap air dengan kondisi asam. Kolom dibuat dari bahan kawat jaring baja dengan rangka/frame baja ringan dengan ukuran yang disesuaikan dengan saluran pembuangan limbah CV. Dapur Tahu. Uji coba dilakukan pada hari Sabtu, 29 Juli 2023. Kolom kawat baja yang telah dibuat, serta bahan filtrasi lainnya kemudian diaplikasikan ke dalam saluran pembuangan limbah cair yang ada di CV. Dapur Tahu. Adapun susunan sistem filtrasi terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Susunan media filtrasi pada saluran pembuangan CV. Dapur Tahu

Sistem filtrasi terdiri dari zeolit yang diletakkan pada kolom pertama, batu apung, dan arang aktif. Limbah cair tahu yang mengalir dalam saluran buangan akan tersaring ke dalam filter. Limbah cair yang awalnya keruh, setelah melewati filter menjadi sedikit lebih jernih. Berikut adalah foto awal dan akhir air limbah setelah melalui sand filter di CV. Dapur Tahu.



Gambar 3. Air limbah sebelum dan sesudah filtrasi

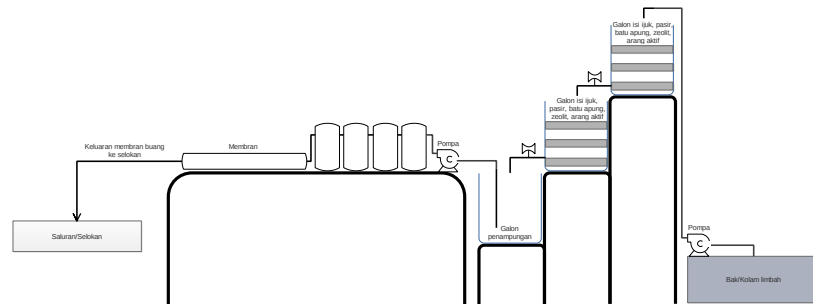
Dilihat dari penampakan secara fisik yang terlihat sedikit lebih jernih, dapat dikatakan bahwa kadar *Total Suspended Solid* (TSS) telah menurun. Untuk mengetahui besar kadar TSS dari limbah yang telah melewati filter diperlukan analisa lebih lanjut. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, proses filtrasi masih dikatakan kurang efektif. Penempatan media filter secara langsung di saluran pembuangan limbah menghambat atau menyumbat aliran sehingga tertahan di beberapa titik dan terjadi genangan yang tinggi. Selain itu, dikarenakan lokasi bak/kolam dan pembuangan limbah yang dekat dengan sungai dan berada di dataran yang rendah, maka ketika curah hujan tinggi cukup sering terjadi banjir. Sehingga tim PKM memutuskan untuk melakukan diskusi ulang untuk membuat desain rangkaian alat baru yang lebih efektif dan efisien.



Gambar 4. Penyumbatan akibat filtrasi

Rangkaian alat pengolahan limbah cair tahu terdiri dari drum filter dua tahap dengan kapasitas 60 L yang berisi media filter. Media filter yang digunakan, ditambah dengan ijuk dan pasir untuk meningkatkan kapasitas penyerapan sehingga dihasilkan air limbah yang lebih jernih dibanding saat uji coba awal. Ijuk dan pasir dipilih karena kedua bahan ini cukup mudah

didapatkan dengan harga yang murah dan umum digunakan untuk penyaringan air, sehingga tidak memberatkan mitra jika suatu saat ingin melakukan penggantian media filter. Rangkaian alat juga dilengkapi dengan 2 buah pompa untuk mengalirkan air limbah secara otomatis.



Gambar 5. Desain rangkaian alat pengolahan limbah cair tahu

Implementasi Kegiatan

Realisasi dan implementasi kegiatan PKM dilakukan pada hari Rabu, 30 Agustus 2023. Pada kegiatan ini, Tim PKM beserta tiga orang mahasiswa dan satu orang laboran workshop prodi TIA turun ke lapangan untuk pemasangan rangkaian alat filtrasi pengolahan limbah. Pada kegiatan ini, dilakukan pemilihan lokasi yang tepat untuk penempatan rangkaian alat yang terdiri dari rak besi, drum wadah sand filter, filter membran dan alat monitoring *Internet of Things* (IoT). Selain itu juga dilakukan pemasangan terminal listrik atau stop kontak sebagai sumber arus untuk menghidupkan pompa dan alat monitoring IoT. Setelah keseluruhan rangkaian alat selesai dipasang, alat pengolahan limbah cair tahu mulai dijalankan.



Gambar 6. Instalasi alat pengolahan limbah cair tahu dengan teknologi ultrafiltrasi

Adapun limbah sebelum dan sesudah proses filtrasi multistage dapat dilihat pada gambar 7 (b) di bawah ini. Dari gambar terlihat bahwa teknologi pengolahan limbah dengan sistem ultrafiltrasi yang dibuat mampu menghasilkan air limbah yang jernih. Parameter yang diukur sistem monitoring kualitas air limbah meliputi suhu, total dissolved solid (TDS), dan pH (Chuzaini & Dzulkifli, 2022).



(a)



(b)

Gambar 7. (a) Alat monitoring kualitas air berbasis IoT, (b) Air limbah sebelum dan sesudah filtrasi multistap

Limbah cair tahu sebelum proses filtrasi memiliki pH asam 5. Begitu juga dengan limbah setelah filtrasi memiliki pH 5 yang menunjukkan bahwa teknologi filtrasi ini belum mampu mengubah pH dari limbah cair tahu. Jika dilihat secara fisik, air limbah sesudah filtrasi terlihat sangat jernih yang menunjukkan bahwa kandungan TDS (total dissolved solid) menurun jauh jika dibandingkan dengan limbah cair awal yaitu menjadi 160 ppm. Hal tersebut sudah sesuai dengan baku mutu air pengolahan kedelai yaitu 300 mg/l (Pangestu et al., 2021).

Tabel 1. Kualitas air limbah setelah proses filtrasi

Parameter	Nilai
Suhu	25
TSS (ppm)	160
pH	5

Evaluasi Kegiatan

Tim PKM Politeknik ATI Padang melakukan kegiatan PKM di IKM CV. Dapur Tahu, Lubuk Buaya, Kec. Koto Tangah, Kota Padang yaitu pembuatan rangkaian alat pengolahan limbah cair tahu untuk mengatasi permasalahan mitra yang masih melakukan penanganan sederhana pada limbah cair yang dihasilkan. Air limbah masih berwarna putih dan dibuang langsung ke sungai. Dengan alat multifiltrasi yang telah dibuat diharapkan air limbah menjadi lebih jernih dan dapat dibuang dengan aman ke lingkungan. Kegiatan yang telah dilaksanakan hingga saat ini berjalan dengan baik dan disambut dengan sangat baik oleh mitra, namun terdapat beberapa kendala dalam pemasangan alat yaitu:

- Debit aliran limbah yang melewati saluran sangat kecil sehingga rancangan alat awal tidak bekerja efektif dan Tim PKM memutuskan untuk membuat desain rangkaian alat baru.

- b. Lokasi bak dan saluran limbah buangan yang cukup sering banjir ketika hujan karena lokasinya dekat dengan sungai, sehingga juga diperlukan desain rangkaian alat yang sebisa mungkin tidak terendam air.
- c. Kurang efektifnya media pada sand filter untuk menyaring limbah organik sehingga diperlukan tindak lanjut agar limbah keluaran sand filter tidak memberatkan kerja dari filter membran.
- d. Perlu tempat pemasangan yang lebih aman untuk alat IoT karena rawan terkena air hujan.

Diluar dari kendala yang ada, teknologi ultrafiltrasi yang telah dibuat oleh Tim PKM Politeknik ATI Padang telah terbukti dapat menghasilkan limbah cair tahu yang jernih sehingga lebih aman dibuang ke lingkungan. Alat pengolahan limbah ini juga menjawab kesulitan mitra dalam penanganan limbah cair tahu, terutama ketika audit lingkungan hidup dari dinas terkait.

4. KESIMPULAN

Kegiatan PKM pembuatan alat pengolahan limbah dengan teknologi ultrafiltrasi yang dilengkapi sistem monitoring IoT di IKM CV. Dapur Tahu telah terlaksana dengan baik. Proses filtrasi multistage mampu menurunkan nilai TDS menjadi 160 ppm, hal tersebut dapat dilihat dari hasil limbah cair setelah tahap filtrasi terlihat jernih dan jauh berbeda jika dibandingkan dengan kondisi awal limbah cair yang berwarna putih keruh. Pemasangan alat monitoring berbasis IoT pada pengolahan limbah cair sangat membantu dalam monitoring kualitas air yang dapat dilihat di layar ponsel. Curah hujan yang tinggi dan lokasi yang rawan banjir menjadi kendala dalam pelaksanaan PKM di CV. Dapur Tahu. Dari kegiatan ini disarankan untuk dilakukan perlakuan lanjutan pada pengolahan limbah supaya pH limbah cair dapat sesuai baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik ATI Padang yang telah memberikan dukungannya melalui pendanaan Program Pengabdian Kepada Masyarakat sebagaimana tertuang dalam Kontrak Pengabdian Kepada Masyarakat dengan nomor 1220/BPSDMI/ATI-PADANG/V/2023. Selanjutnya, terimakasih kepada mitra PKM CV. Dapur Tahu, mahasiswa, dan seluruh anggota yang terlibat dalam kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, O. C., Asyrofi, A. A. A., Roni, D. R. S., & Putro, A. B. P. (2023). Pengujian Kualitas Air Limbah Industri Tahu di Desa Kuncen Kecamatan Padangan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 150–156.
- Chuzaini, F., & Dzulkifli. (2022). IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 11(3), 46–56.
- Lestari, A., & Zafia, A. (2022). Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things. *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 1(1), 17–24. <https://doi.org/10.20895/ledger.v1i1.776>

- Maulana, M. R., & Marsono, B. D. (2021). Penerapan Teknologi Membran untuk Mengolah Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Its*, 10(2), 54–61.
- Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53–65. <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i1.312>
- Pangestu, W. P., Sadida, H., & Vitasari, D. (2021). Pengaruh Kadar BOD, COD, pH dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Media Filter Adsorben Alam dan Elektrokoagulasi. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(2), 74–80. <https://doi.org/10.33084/mitl.v6i2.2376>
- Pradana, T. D., Suharno, S., & Apriansyah, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 4(2), 56. <https://doi.org/10.30602/jvk.v4i2.9>
- Rodiyanti, Triyono, S., & Haryono, N. (2014). Kinetika Filtrasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Metode Biofilter Media Zeolit Biofiltration Kinetics of Tofu Industry Wastewater Using of Zeolite Medium. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(3), 239–244.
- Sitasari, A. N., & Khoironi, A. (2021). Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 565–575. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.565-575>
- Trisnadewi, N. W., Dharma Putra, K. G., & Simpen, I. N. (2017). Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Bod Dan Cod Pada Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Kimia*, 157. <https://doi.org/10.24843/jchem.2017.v11.i02.p09>