

PENURUNAN KONSENTRASI TSS LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN METODE FILTRASI DUAL MEDIA ZEOLIT DAN SILIKA

(diterima 24 Agustus 2022, diperbaiki 17 September 2022, disetujui 19 Januari 2023)

Fahmi Fajar Assidiq*, Hardoyo

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati

Kota Bandar Lampung, Indonesia

Email korespondensi*: fahmifajarassidiq3@gmail.com

Abstract. *The tofu industry produces liquid waste that can cause water pollution, so a liquid waste treatment method is needed to reduce pollutant levels such as TSS. This study aims to determine the efficiency of reducing the concentration of TSS in tofu industrial wastewater using the dual media filtration method of zeolite and silica. The method used is an experiment with 2 treatments; variation I arrangement of zeolite-silica media and variation II arrangement of silica-zeolite media. The weight of each medium is 916 g with an up-flow discharge of liquid waste of 5.6 ml/second. Samples were taken with time intervals of 0, 5, 10, 15, and 20 minutes and then tested for the concentration of TSS in the laboratory. The results showed that variation I (zeolite-silica) was able to reduce the TSS concentration of tofu liquid waste by 51.54%, while the decrease in TSS concentration in variation II (silica-zeolite) was 17.58%. However, although variation I had a better reduction in TSS concentration than variation II, the final TSS concentration (565 mg/l) did not meet the tofu industry's wastewater quality standards based on Lampung Governor Regulation Number 7 of 2010 (100 mg/L).*

Keywords: *TSS concentration; Liquid waste; Tofu industry; Dual media filtration; Zeolite; Silica*

Abstrak. Industri tahu menghasilkan limbah cair yang dapat menimbulkan pencemaran air, sehingga dibutuhkan metode pengolahan limbah cair untuk menurunkan kadar pencemar seperti TSS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi TSS limbah cair industri tahu menggunakan metode filtrasi dual media zeolite dan silika. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan 2 perlakuan; variasi I susunan media zeolit-silika dan variasi II susunan media silika-zeolit. Berat masing-masing media adalah 916 g dengan debit aliran *up flow* limbah cair sebesar 5,6 ml/detik. Sampel diambil dengan interval waktu 0, 5, 10, 15, dan 20 menit lalu diuji konsentrasi TSS nya di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan variasi I (zeolit-silika) mampu menurunkan konsentrasi TSS limbah cair tahu sebesar 51,54%, sedangkan penurunan konsentrasi TSS pada variasi II (silika-zeolit) sebesar 17,58%. Namun, meski variasi I memiliki penurunan konsentrasi TSS yang lebih baik dibandingkan variasi II, konsentrasi akhir TSS nya (565 mg/l) belum memenuhi standar baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Peraturan Gubernur Lampung Nomor 7 Tahun 2010 (100 mg/L).

Kata Kunci: *Konsentrasi TSS; Limbah cair; Industri tahu; Filtrasi dual media; Zeolit; Silika*

© hak cipta dilindungi undang-undang

PENDAHULUAN

Tahu adalah makanan yang dibuat dari endapan hasil perasan biji kedelai yang mengalami penggumpalan. Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang digemari di Indonesia, selain harganya yang cukup terjangkau tahu juga memiliki nilai protein tinggi yang dihasilkan dari biji kedelai. Sebagian besar produk tahu di Indonesia dihasilkan dari industri tahu berskala kecil atau rumahan. Selain memiliki dampak positif berupa pendapatan, industri tahu juga memiliki dampak negatif berupa limbah padat dan cair yang dihasilkan (Dewi & Akbari, 2020; Faisal et.al., 2017; Hidayati et al., 2021).

Limbah cair tahu mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut yang akan mengalami perubahan fisika, kimia dan biologis sehingga menghasilkan zat beracun atau media tumbuhnya bakteri. Limbah cair yang berasal dari industri tahu dapat menimbulkan bau busuk dan mencemari badan air jika langsung dibuang tanpa pengolahan. Pelaku usaha industri tahu di Indonesia masih membuang limbah cair tahu tanpa pengolahan karena mahalnya biaya pengolahan serta kurangnya pemahaman mengenai dampak limbah cair tahu terhadap ekosistem perairan (Unisah & Akbari, 2020; Dewa & Idrus, 2017).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 dan Peraturan Gubernur Lampung Nomor 7 Tahun 2010, setiap kegiatan yang menimbulkan limbah cair harus dikelola terlebih dahulu dalam suatu sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum kemudian dikembalikan ke lingkungan. Mahalnya biaya pembuatan IPAL menjadi salah satu faktor penyebab tidak diolahnya limbah cair tahu (Kartamiharja et.al., 2020). Metode filtrasi dual media merupakan metoda pengolahan limbah cair yang dapat menurunkan kadar pencemar organik di dalam limbah cair tahu (Kasim, 2018).

Zeolit adalah salah satu media filtrasi yang sering digunakan. Zeolit merupakan material berpori yang berbentuk tetrahedral antara alumina dan silikat berhidrat. Zeolit alam memiliki kegunaan dalam proses adsorpsi, pertukaran ion maupun sebagai katalis. Zeolit berbentuk batuan endapan yang mempunyai rongga tiga dimensi yang berguna untuk mengikat ion-ion unsur yang tidak diperlukan dan sangat membantu pada proses pertukaran ion. Kerangka zeolite berbentuk tiga dimensi yang terbangun dari

Tetrahedral Silika Oksida (SiO_2) dan Aluminium Oksida (Al_2O_3) (Setiawan et.al., 2018; Munfiah, 2017; Musseng, 2021).

Media filtrasi bertingkat yang terdiri dari pasir, kerikil, arang batok kelapa dan zeolit mampu menurunkan kadar pencemar pada pengolahan limbah cair rumah tangga. Penurunan kadar TSS, BOD, dan minyak-lemak pada pengolahan tersebut berturut-turut sebesar 83,18%, 83,05% dan 90% (Nilasari et.al., 2016). Penelitian lainnya mengenai penggunaan metode multimedia filter pada air limbah laundry menunjukkan variasi ketebalan media I (arang 20 cm, zeolit 20 cm, pasir 10 cm, kerikil 10 cm) mampu menurunkan kadar COD rata-rata menjadi 453,33 mg/l dengan persentase penurunan 46,33%, namun hasil tersebut belum memenuhi baku mutu air limbah usaha laundry (Ronny & Saleh, 2018).

Silika banyak digunakan sebagai salah satu media filter adsorben alam (biofilter) (Pangestu et.al., 2021; Purwasih, 2022). Pemanfaatan silika untuk mengurangi kadar ammonium dalam limbah cair tahu, hasilnya penurunan kadar ammonium terjadi pada massa optimum 0,25 g, waktu kontak 15 menit dengan efisiensi adsorpsi sebesar 32,59% (Nurbaiti et.al., 2018). Silika banyak digunakan sebagai salah satu media filter adsorben alam (biofilter) (Pangestu et.al., 2021; Purwasih, 2022). Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi TSS limbah cair industri tahu menggunakan metode filtrasi dual media zeolit dan silika.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Februari-September 2021 di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Malahayati. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan 2 perlakuan. Variabel bebas berupa variasi susunan media filtrasi yaitu variasi I (zeolit-silika) dan variasi II (silika-zeolit). Variabel tetap penelitian adalah massa media masing-masing sebesar 916 g, ukuran partikel zeolit 4 mesh dan silika 10 mesh, debit aliran *up flow* limbah cair tahu sebesar 5,6 ml/detik dan waktu pengambilan sampel setiap interval 5 menit selama 20 menit. Variabel terikat yang diukur adalah konsentrasi TSS pada setiap waktu pengambilan sampel di masing-masing variasi.

Hasil laboratorium berupa konsentrasi TSS disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui besarnya penurunan konsentrasi TSS dan kecepatan penurunannya. Data

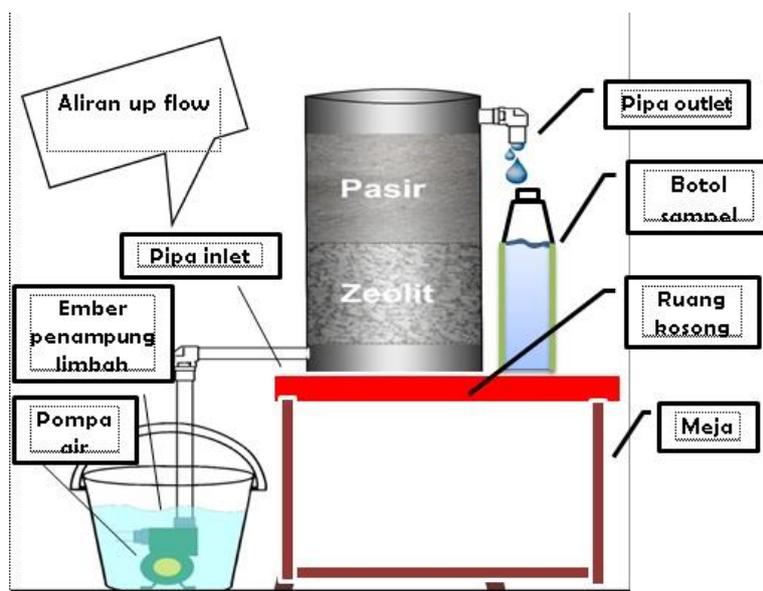
penelitian dianalisis dengan menghitung efisiensi penurunan TSS pada setiap variasi serta membandingkan hasilnya dengan baku mutu limbah cair tahu berdasarkan Pergub Lampung Nomor 7 Tahun 2010.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah; ember bekas, selang/pipa (*waterpass*), *cutter*, gunting, lem tahan air, botol mineral bekas ukuran 600 ml, pompa mini, limbah cair tahu, zeolit, pasir silika, jerigen, dan tabung akrilik diameter 10 cm tinggi 30 cm.

Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan; (1) Alat filtrasi dibuat sesuai desain rancangan alat filtrasi (Gambar 1), (2) Sampel limbah cair tahu diambil dari Industri Tahu Pak Tikno Lampung, (3) Alat filtrasi dilakukan uji coba kinerja untuk memastikan alat filtrasi dapat berfungsi dengan baik, (4) Media filter disusun dalam reactor alat filtrasi sesuai variasinya, (5) Limbah cair dimasukkan ke dalam bak penampungan lalu dialirkan ke reaktor dengan aliran keatas (*upflow*) menggunakan pompa, (6) Sampel sebanyak 500 ml diambil setiap 5 menit selama 20 menit, dan (7) Sampel diuji konsentrasi TSS nya di laboratorium.

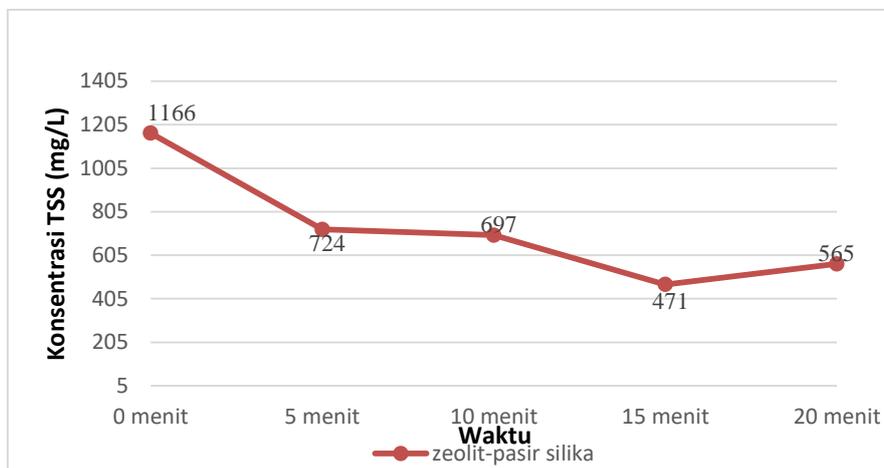


Gambar 1. Rancangan alat filtrasi dual media

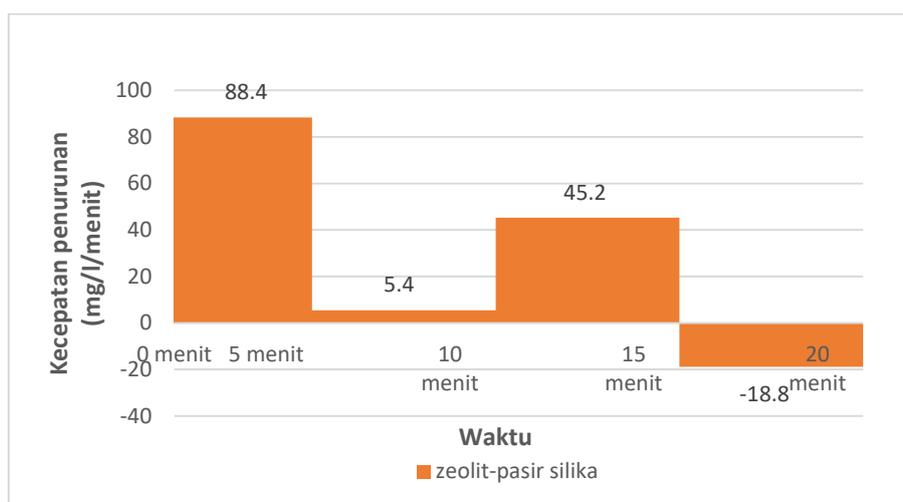
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi TSS Limbah Cair Tahu Menggunakan Filtrasi Dual Media Variasi I

Konsentrasi TSS pada setiap interval waktu disajikan dalam Gambar 2, sedangkan kecepatan penurunan konsentrasi TSS disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 2. Konsentrasi TSS menggunakan variasi I (Zeolit-Silika)



Gambar 3. Kecepatan penurunan konsentrasi TSS menggunakan variasi I (Zeolit-Silika)

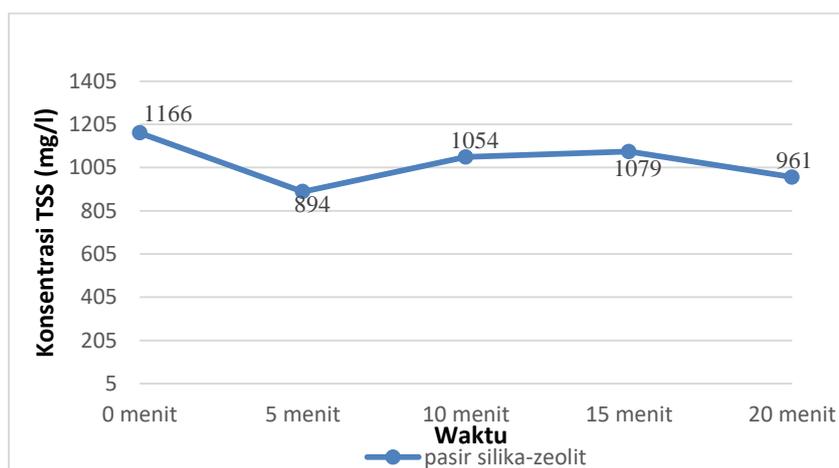
Berdasarkan Gambar 2 diketahui pada menit ke-0 (1.166 mg/l) sampai menit ke-5 kurva mengalami penurunan yang cukup pesat, hal ini dapat disebabkan karena media filter masih memiliki kemampuan menangkap partikel dengan optimal. Pada menit ke-5 sampai pada menit ke-15 kurva masih menunjukkan penurunan konsentrasi TSS, tetapi kemampuan menangkap partikelnya sedikit. Kemudian, terjadi titik balik berupa kenaikan konsentrasi TSS setelah menit ke-15.

Pada pengukuran menit ke-20, konsentrasi TSS menjadi sebesar 565 mg/l. Nilai konsentrasi TSS tersebut lebih besar daripada nilai TSS pada menit ke-15. Hal ini

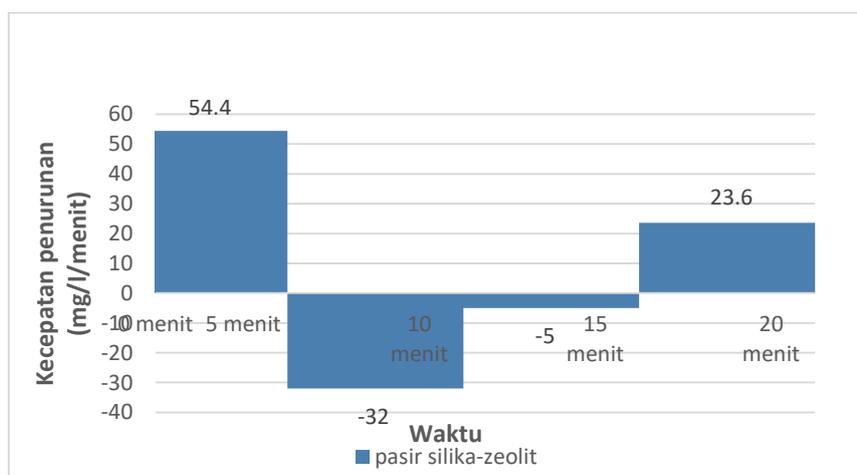
menunjukkan mulai menit ke-15 telah terjadi pelepasan partikel-partikel padat yang tersaring oleh media filter. Pelepasan partikel-partikel padat disebabkan oleh tekanan aliran oleh pompa dan kejenuhan pada media filter. Kejenuhan terjadi karena media filter sudah tidak dapat menangkap partikel-partikel di dalam limbah cair tahu, sehingga partikel-partikel tersebut lepas kembali, ikut terbawa aliran limbah cair tahu yang mengakibatkan terjadi kenaikan konsentrasi TSS pada menit ke-20. Pelepasan partikel dari media filter juga diketahui dari nilai kecepatan penurunan konsentrasi TSS yang bernilai negatif -18,8 mg/l/menit pada interval menit ke-15 sampai menit ke 20 (Gambar 3).

Konsentrasi TSS Limbah Cair Tahu Menggunakan Filtrasi Dual Media Variasi II

Hubungan konsentrasi TSS terhadap waktu disajikan pada Gambar 4 dan hubungan kecepatan penurunan TSS terhadap waktu disajikan pada Gambar 5.



Gambar 4. Konsentrasi TSS menggunakan variasi II (Silika-Zeolit)



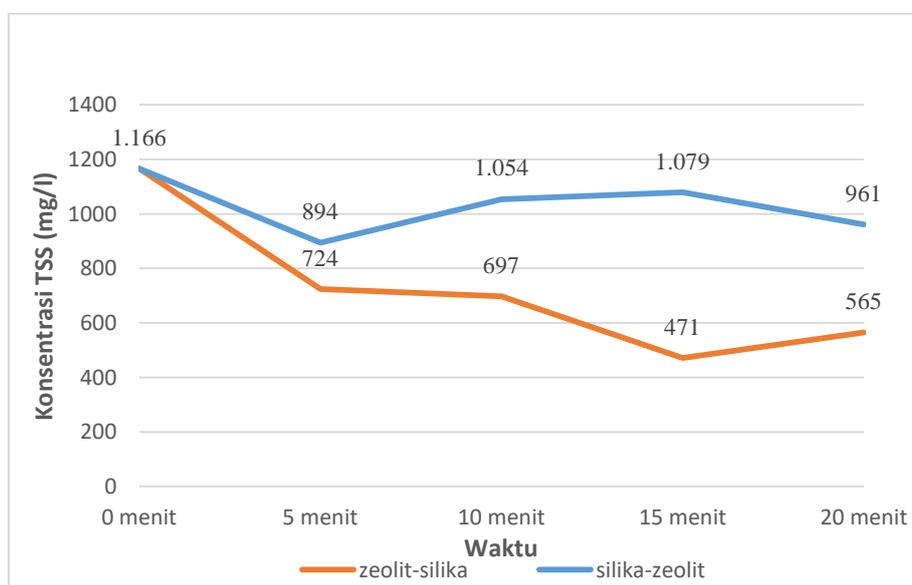
Gambar 5. Kecepatan penurunan konsentrasi TSS menggunakan variasi II (Silika-Zeolit)

Pada susunan media variasi- II (silika-zeolit) kurva mengalami penurunan konsentrasi TSS dari menit ke-0 (1.166 mg/l) sampai menit ke-5 (Gambar 4 dan Gambar 5). Hal ini menunjukkan proses filtrasi berlangsung dengan baik, karena filter masih mempunyai kemampuan menangkap partikel padat dengan baik. Pada menit ke-5 konsentrasi TSS naik kembali sampai pada menit ke-15. Hal ini menunjukkan terjadi pelepasan partikel-partikel padat pada media filter karena media filter telah mengalami kejenuhan, sehingga partikel-partikel padat tersebut lepas kembali ke aliran limbah cair tahu.

Pelepasan partikel dari media filter juga dapat dilihat dari nilai kecepatan penurunan TSS negatif pada Gambar 5 dari menit ke-5 sampai menit ke-15. Kemudian terjadi penurunan TSS kembali pada menit ke-20 hingga mencapai konsentrasi TSS sebesar 961 mg/l. Hal mengindikasikan terjadi lagi proses penyaringan oleh media filter setelah menit ke-15.

Perbandingan Penurunan Konsentrasi TSS Menggunakan Variasi I (Zeolit-Silika) dan Variasi II (Silika-Zeolit)

Gambar 6 menampilkan hasil perbandingan kemampuan media filtrasi Variasi I dan II dalam menurunkan konsentrasi TSS pada limbah cair tahu.



Gambar 6. Perbandingan penurunan konsentrasi TSS menggunakan Variasi I dan II

Gambar 6 menunjukkan bahwa variasi I (zeolit-silika) dapat menurunkan konsentrasi TSS lebih baik daripada variasi II (silika-zeolit). Variasi I mampu menurunkan konsentrasi TSS dari 1.166 mg/l menjadi 565 mg/l (efisiensi penurunan

51,54%) selama 20 menit, sedangkan variasi II hanya mampu menurunkan konsentrasi TSS dari 1.166 mg/l menjadi 961 mg/l (efisiensi penurunan 17,58%) selama 20 menit. Pada proses filtrasi, penyusunan media filter dilakukan dengan menempatkan partikel yang besar di bagian bawah lalu dilanjutkan partikel yang lebih kecil di atasnya. Hal ini bertujuan agar partikel-partikel padatan dalam limbah cair yang berukuran besar tersaring lebih dulu di media filter yang berukuran besar. Semakin besar ukuran media filter maka akan memberikan rongga/lubang yang lebih besar apabila disusun dalam suatu reaktor.

Pada susunan media filter variasi I (zeolit-silika) partikel besar akan tersaring di bawah oleh media zeolit, sedangkan partikel yang lebih kecil akan tersaring oleh media filter pasir silika. Kondisi ini akan meningkatkan proses penyaringan partikel-partikel yang ada dalam limbah cair tahu. Pada susunan media variasi II (silika-zeolit), pasir silika yang berukuran lebih kecil ditempatkan di bagian bawah, sehingga membentuk rongga-rongga yang kecil. Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan awal baik partikel limbah yang besar maupun kecil oleh media silika. Penyumbatan menyebabkan debit aliran yang tidak stabil sehingga hasil penurunan konsentrasi TSS pada susunan media variasi II (silika-zeolit) kurang baik. Pada kondisi variasi II setelah titik balik di menit ke-5 akan terjadi proses pelepasan ataupun penyaringan yang berulang karena tekanan aliran oleh pompa, sehingga pola kadar TSS akan naik turun.

Penurunan nilai TSS yang lebih baik pada susunan media filter variasi-I (zeolit-pasir silika), juga disebabkan kemampuan zeolit menangkap lebih awal partikel padatan kecil didalam rongga-rongganya, sehingga mampu mengurangi beban dari media pasir silika. Kombinasi susunan ini mampu menurunkan TSS sebesar 59% namun belum dapat memenuhi standar baku mutu limbah cair tahu pada Peraturan Gubernur Lampung Nomor 7 Tahun 2010 sebesar 100 mg/l.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan dua variasi susunan media, yakni variasi I (zeolit-silika) dan variasi-II (silika-zeolit) dengan aliran ke atas (*up flow*) pada proses filtrasi penurunan konsentrasi TSS limbah cair industri tahu dapat disimpulkan bahwa Variasi I lebih baik dalam menurunkan konsentrasi TSS limbah cair industri tahu karena mampu menurunkan konsentrasi TSS

dari 1.166 mg/l menjadi 565 mg/l (efisiensi penurunan 51,54%) selama 20 menit, sedangkan variasi II hanya mampu menurunkan konsentrasi TSS dari 1.166 mg/l menjadi 961 mg/l (efisiensi penurunan 17,58%) selama 20 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewa, R. P., & Idrus, S. (2017). Identifikasi cemaran air limbah industri tahu di kota Ambon. *Majalah BIAM Kemenperin RI*, 13(2), 11-15.
- Dewi, M. O., & Akbari, T. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Pada Industri Tahu B Kota Serang. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 3(1), 38-48.
- Faisal, M., Gani, A., Mulana, F., & Daimon, H. (2016). Treatment and utilization of industrial tofu waste in Indonesia. *Asian Journal of Chemistry*, 28(3).
- Hidayati, N. R., Wahyuningsih, S., & Kiswardianta, B. (2021). Pupuk Organik Cair dari Limbah Tahu. *Teknologi Pemanfaatan Limbah*, 53.
- Kartamiharja, M. R., Sopandi, W., & Anggraeni, D. (2020). Implementation of problem-based learning (PBL) approach in chemistry instructional with context of tofu liquid waste treatment. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(5), 47-77.
- Kasim, Kasmiah (2018). *Pengaruh Massa Zeolit dan Waktu Inkubasi Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kadar BOD dan COD*. (Undergraduate (S1) thesis, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Munfiah, S. (2017). Keefektifan Karbon Aktif Tempurung Kelapa, Zeolit dan Pasir Aktif dalam Menurunkan Kekeuhan Air. *Jurnal Ilmiah Medsains*, 3(1), 35-38.
- Musseng, M. A. (2021). *Studi Dealuminasi Zeolit Menggunakan Asam Sitrat Dari Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia swingle) Sebagai Bahan Absorben* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Nilasari, E., Faizal, M. F. M., & Suheryanto, S. (2016). Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*), (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang). *Jurnal Penelitian Sains*, 18(1), 8-13.
- Nurbaiti, C., Rina Elvia, I Nyoman Chandra., Pemanfaatan Silika Dari Pasir Pantai Linau Untuk Mengurangi Kadar Ammonium Dalam Limbah Cair Tahu. *Alotrop*, 2018 : 2(2): 132-136.

- 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 (MITL)*, 6(2), 74-80.
- Purwasih, R. (2022). Pengaruh Penyaringan Terhadap Konsentrasi Chemical Oxygen Demand, Total Suspended Solid, dan pH Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Rekayasa*, 4(1).
- Ronny, R., & Saleh, M. (2018). Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter pada Air Limbah Laundry. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(1), 48-53.
- Setiawan, Y., Mahatmanti, F. W., & Hanis, H. (2018). Preparasi dan Karakterisasi Nanozeolit dari Zeolit Alam Gunungkidul dengan Metode Top-Down. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), 43-49.
- Unisah, S., & Akbari, T. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman *Azolla microphylla* Pada Industri Tahu B Kota Serang. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 3(2), 73-86.