

Implementasi Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Berbasis *Eco-Friendly* Dan *Zero Waste* pada UKM Tempe Di Desa Jambesari Kabupaten Bondowoso

Bekti Palupi^{1,2,*}, Istiqomah Rahmawati^{1,2}, Meta Fitri Rizkiana^{1,2}, Muhammad Reza³, Boy Arief Fachri^{1,2}, Reswara Musyafa¹, Regita Gustiayu Pramisti Maharani¹, dan Mohammad Nor¹

¹ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember

² Research Center for Biobased Chemical Product, Universitas Jember

³ Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Jember

^{*} Corresponding author: bekti.palupi@unej.ac.id

(Received: 01 Desember 2022 • Revised: 26 Desember 2022 • Accepted: 28 Desember 2022)

Abstract

One of the tempeh industries in Karang Malang Village, Jambesari, Bondowoso, East Java, is the Fatimah Tempeh Industry. Tempe Fatimah received a positive response from the community so that its production also increased. The increase in production will certainly have an impact on the increase in waste generated so that waste management needs to be carried out so as not to cause environmental problems. In general, related partner problems identified include 3 things, namely (1) the process of making tempeh produces liquid waste that has a characteristic odor and color that can pollute the environment or the quality of the surrounding water; (2) the resulting liquid waste has not been handled and processed specifically; and (3) does not have a tempe liquid waste processing equipment so that the tempeh industrial liquid waste processing has not been handled properly. Therefore, several solutions that can be offered to business partners of the tempeh industry of Fatimah include (1) providing knowledge or insight about the chemical content, impacts and dangers of tempe industrial wastewater on the environment and human life; (2) provide knowledge or insight on waste treatment methods and technologies that can be applied in handling tempeh industrial liquid waste; and (3) improve the skills of business partners through the use and maintenance of Appropriate Technology for Tempeh Liquid Waste Processing Machines as a solution for tempeh liquid waste pollution in the environment

Abstrak

Salah satu industri tempe yang ada di Desa Karang Malang, Jambesari, Bondowoso, Jawa Timur yaitu Industri Tempe Fatimah. Tempe Fatimah mendapatkan respon positif dari masyarakat sehingga produksinya pun meningkat. Peningkatan produksi tentunya berimbas dengan meningkatnya limbah yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan pengelolaan limbah agar tidak menimbulkan isu permasalahan lingkungan. Secara umum, permasalahan mitra terkait yang teridentifikasi meliputi 3 hal yaitu (1) proses pembuatan tempe menghasilkan limbah cair yang dihasilkan mempunyai karakteristik bau tidak sedap dan berwarna yang dapat mencemari lingkungan atau kualitas air sekitar; (2) limbah cair yang dihasilkan belum dilakukan penanganan dan pengolahan secara khusus; dan (3) belum mempunyai alat pengolah limbah cair tempe sehingga pengolahan limbah cair industri tempe belum ditangani secara tepat. Oleh karena itu, beberapa solusi yang dapat ditawarkan kepada mitra usaha industri tempe Fatimah antara lain (1) memberikan pengetahuan atau wawasan tentang kandungan kimia, dampak dan bahaya limbah cair industri tempe terhadap lingkungan dan kehidupan manusia; (2) memberikan pengetahuan atau wawasan tentang metode dan teknologi pengolahan limbah yang dapat diaplikasikan dalam menangani limbah cair industri tempe; dan (3) meningkatkan keterampilan mitra usaha melalui penggunaan dan perawatan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe sebagai solusi pencemaran limbah cair tempe pada lingkungan hidup.

Keywords: *Jambesari village, tempeh industry, tempeh industrial liquid waste, waste management*

PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso [1], industri tempe yang ada di Kabupaten Bondowoso berjumlah 329 dengan serapan tenaga kerja sejumlah 1.038 orang. Hal ini menunjukkan bahwa tempe masih menjadi salah satu lauk favorit karena harganya terjangkau. Selain itu, tempe juga memiliki komposisi gizi yang dibutuhkan oleh tubuh seperti protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, vitamin B1, dan vitamin B12 [2]. Dengan adanya industri tempe, maka akan timbul limbah dari prosesnya. Limbah tersebut harus dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan. Namun, belum banyak pengusaha tempe yang mengelola limbah dengan baik karena kurangnya kesadaran dan pengetahuan terkait dengan pengelolaan limbah.

Salah satu industri tempe yang ada di Dusun Karang Malang, Jambesari, Bondowoso, Jawa Timur adalah Industri Tempe Fatimah. Industri Tempe Fatimah sudah mulai beroperasi sejak tahun 2014 yang diprakarsai oleh Muhammad Fauzi. Saat ini, Industri Tempe Fatimah memiliki 6 karyawan. Tempe Fatimah dijual di pasar dan juga warung-warung. Tempe Fatimah mendapatkan respon positif dari masyarakat sehingga produksinya pun meningkat. Peningkatan produksi tentunya berimbas dengan meningkatnya limbah yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan pengelolaan limbah. Limbah dari proses pembuatan tempe ini ada dua jenis, yaitu limbah padat dan limbah cair. Campuran limbah padat dan cair dapat dilihat pada Gambar 1. Limbah padat yang berupa kulit ari kedelai dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan diolah menjadi tepung kulit ari kedelai yang sudah dilaksanakan pada program pengabdian tahun sebelumnya. Sementara, limbah cair dari proses pembuatan tempe di Industri Tempe Fatimah dibuang dan ditampung di pekarangan seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Limbah cair dan padat proses pembuatan tempe



Gambar 2. Limbah cair industri tempe Fatimah

Limbah cair dari proses pembuatan tempe yang belum dikelola dengan baik tersebut menimbulkan masalah bagi lingkungan karena menimbulkan bau yang menyengat dan genangan airnya berpotensi menjadi sarang nyamuk. Pembuangan limbah cair industri tempe secara langsung tanpa proses pengolahan limbah akan menurunkan kualitas air [3]. Penurunan kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu standar bisa memberikan dampak negatif terhadap makhluk hidup maupun lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, baku mutu air limbah untuk industri tempe meliputi *Biological Oxygen Demand* (BOD) 150 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD), 300 mg/L, *Total Suspended Solid* (TSS) 100 mg/L, dan pH 6-9 [4]. Oleh karena itu, pengelolaan limbah cair ini sangat dibutuhkan agar sesuai dengan baku mutu limbah yang sudah ditetapkan dan tidak mencemari lingkungan. Selain itu, sistem pengelolaan limbah yang baik juga dapat mencegah timbulnya penyakit seperti demam berdarah. Air limbah yang sudah terfiltrasi dengan baik, dapat dimanfaatkan untuk memelihara ikan, sehingga dapat memberikan penghasilan tambahan bagi pengusaha tempe.

Tim pengabdian telah melakukan observasi awal ke lokasi dan wawancara dengan mitra. Permasalahan yang dihadapi mitra adalah sebagai berikut:

1. Mitra belum memiliki pengetahuan terkait dengan pengelolaan limbah cair pada proses pembuatan tempe.
2. Limbah cair yang dihasilkan belum dilakukan penanganan dan pengolahan secara khusus.
3. Belum mempunyai alat pengolah limbah cair tempe sehingga pengolahan limbah cair industri tempe belum ditangani secara tepat.

METODE

Berdasarkan permasalahan mitra yang telah disampaikan sekaligus menjaga kelestarian lingkungan, beberapa solusi yang dapat ditawarkan kepada mitra usaha industri tempe Fatimah antara lain:

1. Memberikan pengetahuan atau wawasan tentang kandungan kimia, dampak dan bahaya limbah cair industri tempe terhadap lingkungan dan kehidupan manusia.
2. Memberikan pengetahuan atau wawasan tentang metode dan teknologi pengolahan limbah yang dapat diaplikasikan dalam menangani limbah cair industri tempe.
3. Meningkatkan keterampilan mitra usaha melalui penggunaan dan perawatan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe sebagai solusi pencemaran limbah cair tempe pada lingkungan hidup.

Dalam rangka pengabdian masyarakat di Industri Tempe Fatimah, maka dilakukan beberapa tahapan yang meliputi empat hal. Pertama, identifikasi masalah yang dilakukan sebagai langkah awal untuk merumuskan bahan dan materi sosialisasi dalam rangkaian kegiatan pengabdian. Kedua, observasi dan survei lapangan ke Industri Tempe Fatimah sebagai tempat dilaksanakannya kegiatan pengabdian, kunjungan kepada mitra serta melakukan proses wawancara dan diskusi. Ketiga, persiapan pelaksanaan pengabdian masyarakat harus dilakukan secara menyeluruh, terutama tentang perancangan alat pengolahan limbah cair yang akan diberikan pada mitra, materi pelatihan, dan media pembelajaran yang komunikatif dan menarik. Keempat, evaluasi program pengabdian yang dilakukan secara bertahap baik mengenai materi pelatihan, peserta, penyelenggaraan acara sosialisasi, dan kontrol rutin terhadap penggunaan alat dan kualitas air yang dihasilkan.

Metode pelaksanaan kegiatan ini adalah *sharing* wawasan atau penyuluhan dan pemberian Teknologi Tepat Guna (TTG). Pemberian Teknologi Tepat Guna berupa alat pengolah limbah cair tempe, diawali dengan perancangan alat pengolah limbah cair tempe, pembuatan, dan dilanjutkan dengan penyerahan TTG di lokasi mitra. Masyarakat diberikan pendampingan dalam penggunaan alat pengolah limbah cair tempe hingga dapat menggunakannya secara mandiri.

Indikator keberhasilan kegiatan pengabdian masyarakat adalah adanya perubahan yang terjadi pada mitra Industri Tempe Fatimah. Indikator capaian kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah mitra Industri Tempe Fatimah memahami kandungan kimia, dampak dan bahaya limbah cair industri tempe terhadap lingkungan dan kehidupan manusia. Indikator keberhasilan kegiatan juga berupa kualitas air yang dihasilkan setelah diolah sesuai dengan baku mutu limbah yang sudah ditetapkan dan tidak mencemari lingkungan.

Pelaksanaan Program Pengabdian Kemitraan dengan Industri Tempe Fatimah di Bondowoso dilaksanakan dalam beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut meliputi:

1. Penyuluhan/sosialisasi mengenai kandungan kimia, dampak dan bahaya limbah industri tempe terhadap lingkungan dan kehidupan manusia.
2. Penyuluhan/sosialisasi terkait metode-metode yang dapat diaplikasikan dalam menangani limbah industri tempe beserta produk dan efek sampingnya.
3. Penyuluhan/sosialisasi terkait penggunaan dan perawatan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe sebagai solusi pencemaran limbah cair tempe pada lingkungan hidup.
4. Penyerahan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe dan praktik penggunaan teknologi dengan mitra.
5. Kontrol proses dan evaluasi
6. Penyusunan laporan

Materi Sosialisasi dan Pembekalan serta Tujuan dari Pemberian Materi

Tabel 2 menjelaskan mengenai perencanaan sosialisasi yang meliputi materi, tujuan, dan peserta.

Tabel 2. Materi sosialisasi dan pembekalan kegiatan pengabdian masyarakat

No.	Jenis Materi	Tujuan Pemberian Materi	Peserta
1	Penyuluhan/sosialisasi mengenai kandungan kimia, dampak dan bahaya limbah industri tempe terhadap lingkungan dan kehidupan manusia.	Untuk memastikan masyarakat mampu mengetahui dan memahami kandungan kimia, dampak dan bahaya limbah industri tempe terhadap lingkungan dan kehidupan manusia.	Industri Tempe Fatimah
2	Penyuluhan/sosialisasi terkait metode-metode yang dapat diaplikasikan dalam menangani limbah cair industri tempe beserta produk dan efek sampingnya.	Untuk memastikan masyarakat mampu mengetahui terkait metode-metode yang dapat diaplikasikan dalam menangani limbah cair industri tempe beserta produk dan efek sampingnya.	Industri Tempe Fatimah
3	Penyuluhan/sosialisasi terkait penggunaan dan perawatan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe sebagai solusi pencemaran limbah cair tempe pada lingkungan hidup.	Untuk memastikan masyarakat mampu menggunakan dan merawat Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe sebagai solusi pencemaran limbah cair tempe pada lingkungan hidup.	Industri Tempe Fatimah

Penerapan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe

Setelah dilakukan sosialisasi, langkah selanjutnya adalah penerapan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe. Aplikasi kegiatan penerapan teknologi tepat guna mesin pemisah limbah cair tempe tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Aplikasi kegiatan penerapan teknologi tepat guna

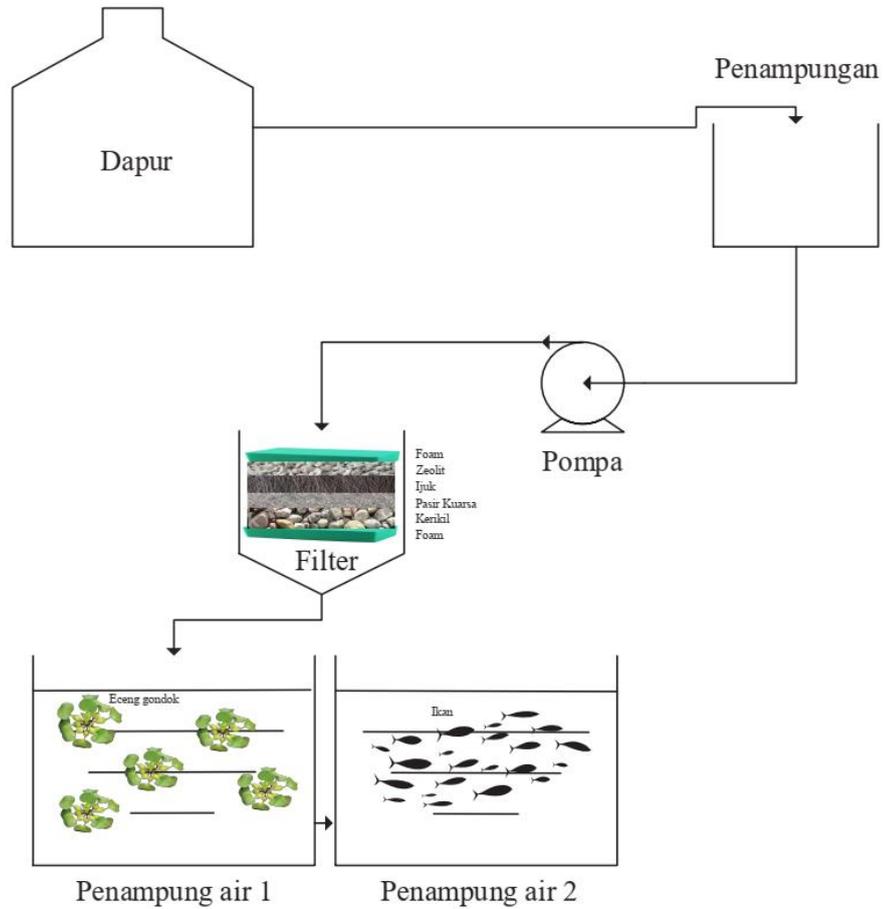
No.	Aplikasi Kegiatan	Metode	Target	Partisipasi Mitra
1	Penyerahan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe	Pelatihan penggunaan alat dan pendampingan	Industri Tempe Fatimah	Menyediakan lahan dan limbah cair
2	Perawatan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe	Pelatihan perawatan alat	Industri Tempe Fatimah	Menyediakan lahan dan limbah cair

Industri tempe menghasilkan limbah padat maupun cair dalam proses pengolahannya. Permasalahan yang dialami mitra usaha Industri Fatimah adalah limbah cair yang dihasilkan mempunyai karakteristik bau tak sedap dan berwarna. Pengolahan limbah cair industri tempe sangat dibutuhkan karena merupakan sumber pencemaran potensial apabila limbah terpapar langsung ke lingkungan/badan air. Kandungan zat organik tersuspensi dan terlarut yang tinggi, keasaman yang rendah, pH adalah 4-5, nilai COD cukup tinggi berkisar 7000-10000 ppm menjadikan pengolahan limbah cair industri tempe ini harus ditangani dengan tepat [5]. Beberapa kegiatan pengabdian masyarakat dengan tujuan pengolahan limbah industri tempe/tahu sudah dilakukan misal memanfaatkannya menjadi pakan ternak [6], pupuk, biogas [7] atau menjernihkannya menggunakan prinsip filtrasi [8].

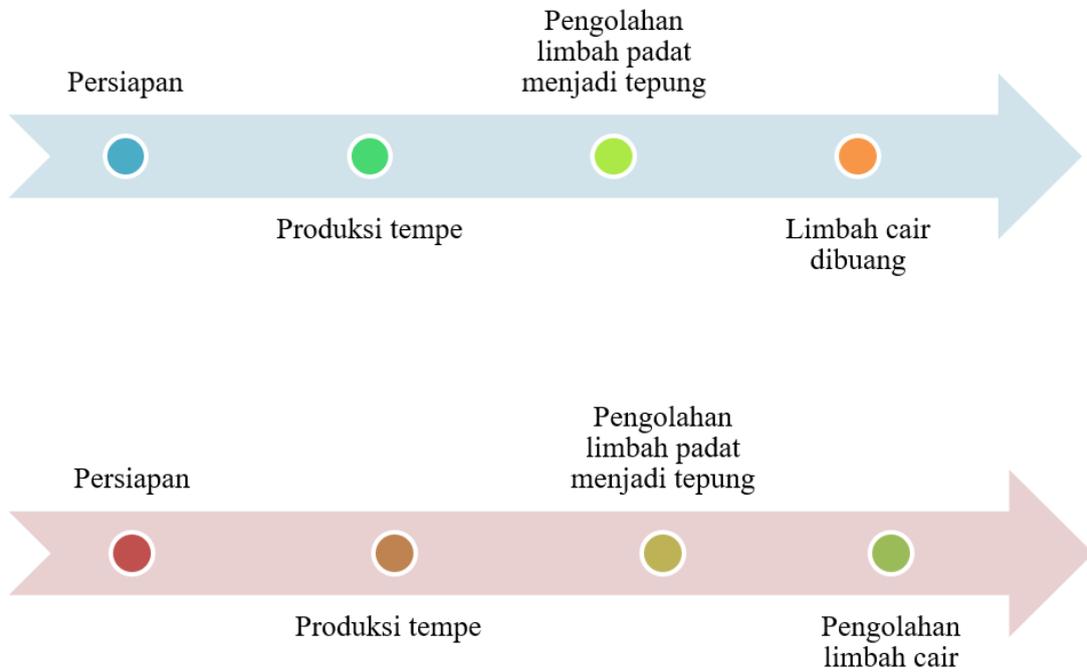
Skema rancangan teknologi tepat guna mesin pengolah limbah cair tempe tertera pada Gambar 3, sementara proses sebelum dan sesudah penerapan teknologi tepat guna mesin pengolah limbah cair tempe pada Industri Tempe Fatimah tertera pada Gambar 4.

Proses pengolahan limbah cair tempe tersusun atas beberapa tahapan proses, yakni [8]:

1. Membuat set alat Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe seperti tertera pada Gambar 3.
2. Menyiapkan media filtrasi (filter) dengan perbandingan campuran media saring 1 : 1 : 1 : 1 (perbandingan massa) yaitu zeolit, ijuk, pasir kuarsa, dan kerikil, serta saringan aluminium sebagai pembatas agar filter tidak terbawa aliran limbah.
3. Sampel dipompa menuju ke mesin pengolah limbah cair dan difiltrasi sebanyak 3 kali.
4. Menguji filtrat yang sudah dihasilkan mengenai sifat fisik dan biologis antara lain bau, warna, kekentalan, kekeruhan, dan pH di dalam limbah cair.
5. Mengalirkan filtrat menuju kolam yang diberi eceng gondong dan ikan untuk menguji kelayakan air dalam ekosistem.



Gambar 3. Skema rancangan teknologi tepat guna mesin pengolah limbah cair tempe



Gambar 4. Kondisi proses sebelum dan sesudah penerapan teknologi tepat guna

Kontrol Proses

Pengontrolan terhadap proses penerapan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengolah Limbah Cair Tempe untuk mengolah limbah industri tempe perlu dilakukan untuk memastikan penggunaan alat sudah sesuai dengan *Standard Operational Procedure* (SOP) serta dilakukannya perawatan alat secara kontinu. Kondisi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas limbah yang telah diolah sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian kepada masyarakat diawali dengan persiapan kegiatan penyuluhan/ sosialisasi yang meliputi koordinasi internal tim pengabdian dan menyiapkan materi sosialisasi. Kegiatan sosialisasi materi 1 dilaksanakan pada tanggal 7 Agustus 2022 dan sosialisasi materi 2 pada tanggal 10 September 2022. Pada sesi 1 dilakukan sosialisasi materi 1 tentang kandungan kandungan kimia, dampak dan bahaya limbah industri tempe terhadap lingkungan dan kehidupan manusia. Kegiatan ini diikuti oleh mitra yaitu industri tempe Fatimah. Mitra sangat antusias dan memberikan respon positif terhadap materi yang disampaikan. Kegiatan sosialisasi dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 5. Sosialisasi materi 1



Gambar 6. Mitra sebagai peserta sosialisasi

Kemudian pada sesi 2 dilakukan sosialisasi materi 2 tentang metode-metode yang dapat diaplikasikan dalam menangani limbah industri tempe beserta produk dan efek sampingnya. Pada sosialisasi yang kedua ini menitikberatkan terkait pengelolaan limbah secara filtrasi. Kegiatan sosialisasi tahap 2 ini dapat dilihat pada Gambar 7. Foto bersama dengan mitra dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Sosialisasi materi 2



Gambar 8. Foto bersama dengan mitra

Tim pengabdian bersama mitra melihat kondisi limbah cair yang dihasilkan dan mengambil sampel untuk diuji kandungan BOD, COD, TSS, dan pH di Dinas Lingkungan Hidup Banyuwangi. Limbah cair yang dijadikan sampel dapat dilihat pada Gambar 9 dan hasil uji sampel dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 9. Sampel limbah cair tempe

Tabel 4. Hasil uji sampel limbah cair industri tempe

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1	pH	-	4,47	6-9
2	BOD	mg/L	3.005,25	150
3	COD	mg/L	8.090,88	300
4	TSS	mg/L	330	100

Berdasarkan hasil uji sampel seperti pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pH, BOD, COD, dan TSS sampel masih di atas baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2008. Oleh karena itu limbah perlu dikelola agar sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan dan aman terhadap lingkungan.

Tahapan selanjutnya adalah membuat prototipe alat filtrasi limbah dalam skala laboratorium dengan bahan filter yang digunakan adalah foam, zeolit, ijuk, pasir kuarsa, kerikil, dan foam seperti pada Gambar 10 dan proses filtrasi pada Gambar 11. Setelah dilakukan proses filtrasi, pH limbah cair industri tempe menjadi 7 sehingga termasuk dalam kategori sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

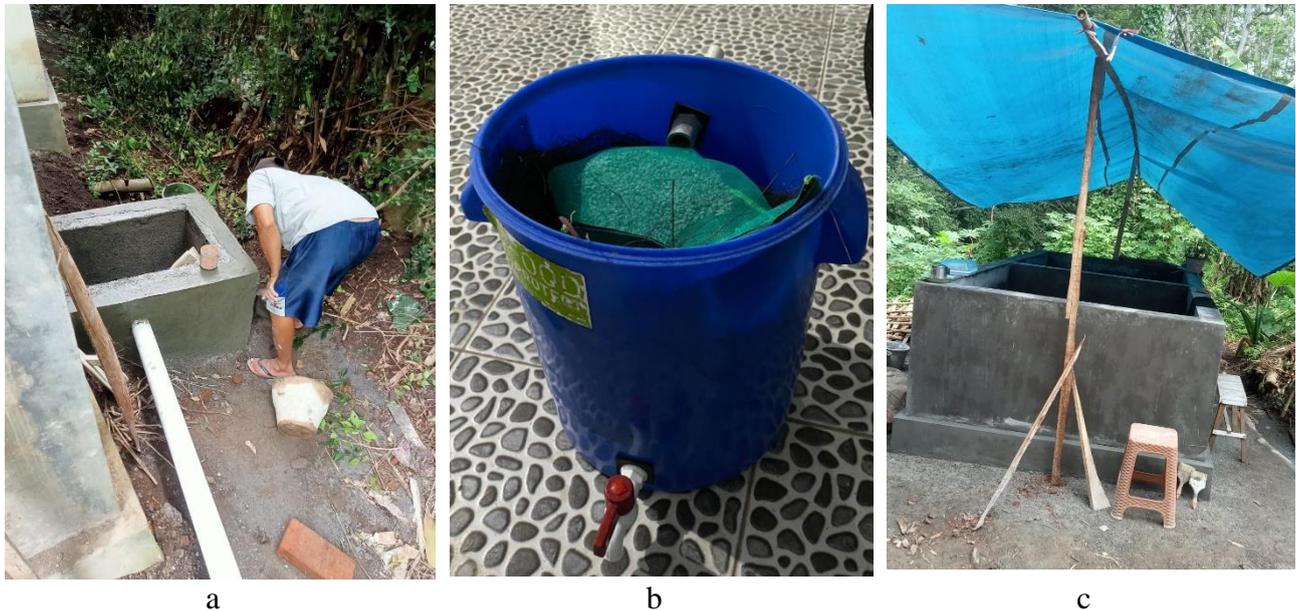


Gambar 10. Prototipe alat filtrasi



Gambar 11. Proses filtrasi

Setelah dilakukan proses filtrasi dalam skala laboratorium, maka langkah berikutnya adalah pembuatan sistem pengolahan limbah di lokasi mitra. Pembuatan bak penampungan limbah, bak filtrasi, dan bak penampungan air jernih dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Rangkaian alat pengolahan limbah cair tempe (a. Bak penampungan; b. Bak filtrasi; c. Bak penampung air jernih)

KESIMPULAN

Kesimpulan dari program pengabdian ini adalah mitra mendapatkan wawasan terkait dengan pengelolaan limbah cair. Limbah cair dari proses produksi tempe dapat dikelola menggunakan rangkaian alat pengolah limbah cair yang memanfaatkan metode filtrasi. Dari proses filtrasi didapatkan limbah dengan pH 7 sehingga aman bagi lingkungan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Jember yang telah memberikan Hibah Program Pengabdian Pemula. Terima kasih juga ditujukan kepada Industri Tempe Fatimah selaku mitra pengabdian kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Bondowoso, "Industri Kecil di Bondowoso," 2018. [Online]. Available: <https://bondowosokab.bps.go.id/statictable/2019/12/05/265/banyaknya-industri-kecil-tenaga-kerja-dan-produksi-menurut-sub-sektor-industri-kabupaten-bondowoso-2018-.html>.
- [2] I. W. R. Aryanta, "Manfaat Tempe untuk Kesehatan," *J. Widya Kesehat.*, vol. 2, no. 1, pp. 44–50, 2020.
- [3] D. Sari and A. Rahmawati, "Analisa Kandungan Limbah Cair Tempe Air Rebusan dan Air Rendaman Kedelai," *J. Ilm. Media Husada*, vol. 1, pp. 36–41, 2020.
- [4] Gubernur Jawa Timur, *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Kecil dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya*. 2013.

- [5] D. A. Setiawati, G. M. D. Putra, F. I. Khalil, W. Zulfikar, and H. Hirjani, “Aplikasi Kombinasi Filter Bertingkat untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe di Kelurahan Kekalik Jaya Kota Mataram,” *J. Abdi Insa. Univ. Mataram*, vol. 6, no. 1, pp. 13–24, 2019.
- [6] A. Widarko and N. Humaidah, “IbM Peternakan Kambing Yang Memanfaatkan Limbah Pembuatan Tempe Junrejo Batu,” *J. Inov. Has. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 71–85, 2018.
- [7] Y. Suharto, E. S. Astuti, B. F. Nisa’, A. R. Mustafa, and M. F. Azmi, “Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas sebagai Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan di Tulungagung,” *J. Graha Pengabd.*, vol. 2, no. 3, pp. 172–178, 2020.
- [8] M. Azhari, “Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Metode Teknologi Tepat Guna Saringan Pasir sebagai Kajian Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan,” *Media Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 1, pp. 1–8, 2016.