

## Perbaikan Buangan Limbah Cair Pada Usaha Mikro, Kecil Menengah Pengrajin Tahu Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Di Cikampek

Utami Wahyuningsih<sup>1\*</sup>; Arief Suardi Nur Chairat<sup>1</sup>; Victor Assani Desiawan<sup>1</sup>; Lili Rasyidi<sup>1</sup>; Taufik Hidayat<sup>1</sup>; Lia Nur Octavia<sup>1</sup>; Eko Sulistiyo<sup>2</sup>; Prayudi<sup>2</sup>; Jennifer Gabrielle Ouctorin Pongtiku<sup>1</sup>; Ario Yogatama Erlaputra<sup>1</sup>

1. Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, DKI Jakarta, 11750, Indonesia
2. Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, DKI Jakarta, 11750, Indonesia

<sup>\*</sup>Email: [utami@itpln.ac.id](mailto:utami@itpln.ac.id)

Received: 9 Januari 2024 | Accepted: 26 Agustus 2024 | Published: 31 Agustus 2024

### ABSTRACT

Implementing Occupational Health and Safety (K3) is the most effective way to establish a safe, healthy, and environmentally clean workplace to minimize workplace accidents and occupational diseases. This, in turn, leads to improved work efficiency and productivity. An essential aspect of Tofu production in UMKM is the proper management of liquid waste generated during production. This is crucial for maintaining a hygienic working environment and ensuring cleanliness near the Tofu Maker business location. The topic of handling tofu liquid waste disposal was chosen to address the unpleasant odours that workers and the surrounding community experience in UMKM. Implementing effective waste disposal methods is crucial to improve environmental safety and health in Cikampek. This project also serves as a socialization activity to educate tofu production on proper waste management. Approach The employed methodology is a quantitative technique grounded in the positivist philosophy. The outcome of this community service research endeavour entailed the establishment of a novel liquid waste disposal tank equipped with a palm fibre filter. This innovation resulted in the production of clearer and odourless waste. Furthermore, the initiative also encompassed an educational component to raise awareness about the perilous consequences of liquid waste on workers and the long-term viability of the local community.

**Keywords:** K3, Tofu Waste, Environment

### ABSTRAK

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dapat di implementasikan menjadi cara terbaik dalam membuat tempat kerja yang aman, sehat, dan keadaan lingkungan yang bersih dari polusi, agar dapat menekan jumlah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang terjadi sehingga peningkatan efisiensi dan produktivitas kerja dapat terwujud. Ada hal yang berperan penting dalam jalannya produksi Tahu di tempat UMKM ini yaitu masalah pembuangan limbah cair hasil dari proses produksi Tahu sehingga tercipta lingkungan yang kondusif dalam bekerja dan lingkungan yang bersih sekitar lokasi usaha Pembuat Tahu. Alasan pemilihan topik penanganan pembuangan limbah cair tahu agar UMKM ini memiliki pembuangan limbah cair Tahu sehingga untuk pekerja dan Masyarakat sekitar tidak tercium bau yang tidak sedap sehingga penting untuk dijadikan kegiatan sosialisasi penanganan, “Perbaikan Buangan Limbah Cair Pada Usaha Mikro, Kecil dan Menengah Pengrajin Tahu Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan di Cikampek “. Metode Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif yaitu berdasar pada filsafat

*positivisme. Hasil dari kegiatan penelitian pengabdian kepada Masyarakat ini adalah terbentuk bak buangan limbah cair yang baru dengan filter ijuk hingga menghasilkan limbah yang lebih jernih dan tidak berbau juga memberikan edukasi akan pentingnya memahami dampak bahaya limbah cair untuk pekerja dan keberlangsungan kehidupan masyarakat sekitar.*

**Kata kunci:** K3, Limbah Tahu, Lingkungan

## 1. PENDAHULUAN

Pentingnya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah sesuatu yang sangat urgensi bagi pengelola usaha atau pun karyawan dalam rangka menyelesaikan tugas maupun kewajiban dalam bidang keselamatan, kesehatan dan keamanan kerja sehingga mendorong peningkatan produktivitas kerja. [1]

Dasar dari dilaksanakannya K3 yaitu:

1. Undang-Undang Nomor 1 tentang Keselamatan Kerja, Tahun 1970
2. Permenaker No. 5 tentang Sistem Manajemen K3, Tahun 1996
3. PP No. 50 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja, Tahun 2012
4. Standar internasional untuk penerapan Sistem Manajemen K3 (OHSAS 18001)

Adanya pemeriksaan kesehatan berkala bagi pekerja juga di perlukan menghindari bahaya dan risiko akibat kerja dalam menerapkan SMK3 Permenaker.

Keselamatan dan Kesehatan kerja erat kaitannya dengan lingkungan, karena kesehatan kerja muncul dengan bagus dari efek lingkungan kerja yang sehat juga.

Menurut Robbins, lingkungan area sehat mengacu pada sebuah kekuatan institusional atau eksternal yang memang merupakan sebuah organisasi. Pada sebuah konstruksi lingkungan dapat kita dibagi menjadi dua jenis: umum dan khusus. Sesuatu yang berada di luar organisasi dan dapat memberikan dampak pada organisasi disebut sebagai lingkungan umum. Lingkungan mencakup aspek-aspek sosial dan teknologi. Lingkungan khusus itu sendiri memiliki sisi lain yakni mengacu pada bagian-bagian lingkungan yang berkaitan dengan satu tujuan organisasi tersebut.

Di Lingkungan khusus, sebaliknya, merujuk pada bagian area daerah yang berhubungan langsung serta memperoleh satu tujuan.

Supardi menjelaskan bahwa lingkungan kerja adalah lingkungan fisik dan non fisik tempat kerja yang menimbulkan sebuah kesan yang cukup nyaman, aman, tenang, dan memberikan kesan betah dalam bekerja. Lingkungan kerja pada sebuah tempat kerja memang memiliki sebuah peran penting terhadap sebuah kualitas dari hasil kinerja pegawai. Jika lingkungan kerja terasa nyaman dan terciptannya sebuah komunikasi antar karyawan yang baik dan penuh dengan keharmonisan maka kinerja akan maksimal hasilnya. Kondisi lingkungan kerja dikatakan baik atau memadai apabila masyarakat dapat bekerja secara optimal, sehat, aman dan nyaman.[2]

Hal ini memungkinkan Anda menentukan kesesuaian lingkungan kerja dari waktu ke waktu. Selain itu, kondisi kerja yang buruk mungkin memerlukan lebih banyak tenaga dan waktu, sehingga tidak mungkin merancang metode kerja yang tepat.

Ada dua jenis lingkungan kerja:

- (a) Lingkungan kerja fisik mengacu pada kondisi fisik di sekitar tempat kerja yang secara langsung atau tidak langsung dapat mempengaruhi karyawan.
- (b) Lingkungan kerja non fisik mencakup seluruh keadaan yang muncul dalam konteks hubungan dengan rekan kerja, atasan, dan bawahan.[3]

Tempat kerja dipengaruhi oleh faktor-faktor penting seperti:

1. Pewarnaan, hendaknya berkaitan dengan semangat dan tujuan yang ingin dicapai. Masalah warna memang dapat mempengaruhi kemampuan seorang karyawan dalam bekerja, hanya saja banyak sekali. Perusahaan yang tidak terlalu memperhatikan masalah warna, maka perjanjian tersebut hendaknya memberikan tunjangan yang meningkatkan semangat kerja karyawan.

Saat mengecat dinding ruang kerja Anda, pertimbangkan untuk menggunakan warna-warna yang lebih lembut.

2. Kebersihan, bagi kebanyakan orang, lingkungan kerja yang bersih tentunya menimbulkan rasa sejahtera, dan perasaan berkelimpahan ini membuat seseorang bekerja lebih giat sehingga meningkatkan produktivitas kerja.
3. Lingkungan kerja yang bersih pasti menimbulkan rasa sejahtera, dan rasa sejahtera ini membuat seseorang bekerja lebih keras sehingga meningkatkan produktivitas kerja.
4. Penerangan, cahaya bukan hanya sinar matahari. Pencahayaan yang tepat sering kali diperlukan saat menyelesaikan pekerjaan, terutama bila diperlukan pekerjaan yang presisi.
5. Tidak terbatas pada sinar matahari saja. Seringkali manusia membutuhkan pencahayaan yang cukup ketika menyelesaikan tugas, terutama ketika diperlukan pekerjaan yang presisi.
6. Pertukaran Udara, cukup sangat penting pada ruangan kerja, terutama pada ruangan yang penuh dengan karyawan. Sebaliknya jika pertukaran udara tidak mencukupi maka karyawan akan mengalami gejala kelelahan.
7. Musik, di kantor dimaksudkan untuk membangun kondisi lebih menggembirakan dan meredakan ketegangan.
8. Keamanan, rasa aman menimbulkan kedamaian, kedamaian meningkatkan kinerja pegawai sehingga meningkatkan sebuah produktivitas kerja.
9. Kebisingan, mengganggu konsentrasi pekerja dalam bekerja.

Jika konsentrasi ini terganggu maka akan terjadi banyak kesalahan dalam bekerja sehingga berujung pada kerusakan.[4]

Salah satu lauk pauk yang mempunyai nilai gizi banyak adalah tahu karena banyak mengandung protein dari kacang kedelai. Kedelai memiliki minat yang cukup tinggi hingga mencapai 2,3 juta ton per tahun, dimana terdapat 50% dikonsumsi berupa tempe, 40% tahu, dan 10% minyak kedelai. Oleh sebab itu industri tahu merupakan penyebab perekonomian menjadi meningkat, selain itu juga dapat memberikan efek buruk karena residunya dapat mengotori lingkungan.[3]

Pengolahan tahu menghasilkan produk limbah dan residu yang dapat berupa limbah.

Jika sampah tidak dibuang dengan benar maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Sisa tahu dihasilkan pada saat pengolahan kedelai, namun terbuang sia-sia karena tidak diolah menjadi tahu. Potongan tahu ada yang berbentuk cair dan padat.[5]

Limbah yang tersisa setelah proses pembersihan kedelai disebut limbah padat. Endapan yang tersisa sering disebut dengan sedimen tahu. Kotoran yang tersisa setelah proses pencucian kedelai dikenal sebagai limbah padat. Ampas yang tersisa sering disebut sebagai ampas tahu, sementara limbah cair dihasilkan dari proses pencucian tahu. Sebagian besar limbahnya berbentuk cair dan dapat mencemari saluran air. Limbah cair dihasilkan selama pembuatan tahu melalui kegiatan seperti mencuci kedelai, membersihkan perlengkapan, perendaman, pembuatan, dan sebagainya. Kalau dikeluarkan ke air, limbah ini dapat menimbulkan bau tak sedap dan mencemari lingkungan.[4]

Air buangan produksi tahu sebaiknya di kelola, karena jika tidak dan hanya dibuang di perairan begitu saja, akan menyebabkan dampak ke fisik dan kimia air yang berpengaruh pada produksi yang memang menimbulkan benda cair berupa limbah, Seandainya buangan tersebut dibuang ke dalam air tanpa dibuang dengan benar, hal ini dapat mengubah karakteristik fisiknya dan menyebabkan terjadinya limbah kimia cair yang berdampak pada kelangsungan hidup organisme di dalam perairan. Namun ternyata para pengusaha tidak menyadari bahwa usaha ini memiliki minimnya wawasan

terkait pengolahan limbah cair yang nyatanya memiliki dampak besar ke lingkungan. Pengolahan air limbah perlu dilakukan sebelum dialirkan ke air untuk mengatasi munculnya kejadian dari pengaliran limbah.[6]

Di salah satu industri pengrajin tahu di Cikampek saat ini mengalami masalah buangan dari limbah tahu sehingga mempengaruhi polusi udara untuk pekerja dan lingkungan sekitarnya, yang dapat mempengaruhi pekerjaan terutama pada masalah kesehatan begitu juga pada masyarakat lingkungan sekitarnya, atas dasar masalah tersebut kami tim Pengabdian kepada Masyarakat berencana memberikan, “ *Perbaikan Buangan Limbah Cair Pada Usaha Mikro Pengrajin Tahu Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan di Cikampek* “. Dengan Pengabdian Kepada Masyarakat tersebut maka kami berharap dapat menyelesaikan atas masalah yang terjadi terutama dari segi Keselamatan dan Kesehatan Kerja di lingkungan pabrik tersebut juga masyarakat lingkungan sekitar.[7]

Pada hasil akhir adanya proses buangan cairan produksi tahu yang dihasilkan, dimulai dari awal proses perendaman, pembersihan kedelai, pembersihan peralatan pembuatan tahu, penyaringan, pengepresan dan pembentukan produk tahu. Cairan yang dihasilkan dari tahu atau limbah pembuatan tahu sebagian besar merupakan sejenis cairan kental yang dipisahkan dari potongan tahu, biasa disebut air dadih. Cairan ini tinggi protein dan cepat rusak.

Sebagian besar cairan yang berasal dari limbah produksi tahu atau tofu adalah jenis cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu, yang umumnya disebut sebagai air dadih. Protein yang tinggi terkandung dalam cairan ini dan dapat terurai dengan cepat. Limbah ini seringkali dibuang langsung tanpa melalui proses pengolahan awal sehingga menimbulkan bau tidak sedap dan mencemari lingkungan.[8], [9]

Dalam pengertian Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah, yakni usaha produktif yang dimiliki oleh orang atau perusahaan yang mandiri dan memenuhi kriteria tertentu untuk digolongkan sebagai usaha mikro, kecil, atau menengah. Usaha produktif yang dimiliki oleh individu atau badan usaha yang bersifat mandiri dan telah memenuhi kriteria khusus untuk dikategorikan sebagai usaha mikro, kecil, dan menengah. Usaha yang memiliki sifat yang dapat menghasilkan pendapatan yang dijalankan oleh masyarakat berpendapatan rendah, dan masyarakat sangat membutuhkan usaha mikro untuk menunjang kehidupan perekonomiannya melalui kegiatan usaha yang akan dibangunnya. UMKM yang merupakan tempat yang akan dibina adalah pabrik produksi tahu yang dimiliki Hj Wiwik Sugiarsih.UMKM PD. ASRI juga merupakan kegiatan Usaha Mikro, Kecil dan Menengah yang cukup lama berada di desa Purwosari, Cikampek. Setelah proses pembuatan tahu tentunya akan menghasilkan limbah yang terbuang, baik dalam bentuk cair maupun padat. Pada limbah padat itu sendiri Ibu Hj. Wiwik Sugiarsih memprosesnya kembali menjadi oncom atau beliau menjualnya ke peternakan untuk makanan ternak. Pada saat yang sama, limbah cair langsung dibuang ke saluran air tanpa memerlukan penyaringan atau peralatan penyaringan. Pada saat yang sama, limbah cair langsung dibuang ke saluran air tanpa memerlukan penyaringan atau peralatan penyaringan.[10] Oleh karena itu, tindakan pembuangan limbah cair seperti yang disebutkan sebelumnya dapat menimbulkan masalah seperti kekeruhan saluran air, timbulnya aroma yang tidak menyenangkan, dan potensi pencemaran air bersih yang mungkin digunakan oleh masyarakat di sekitarnya. Hal ini tidak boleh terjadi karena dapat mencemari lingkungan dan tidak memenuhi standar pemerintah dalam membuang limbah cair ke badan air. Limbah cair harus disaring agar dapat dibuang ke badan air sesuai dengan peraturan perundang-undangan.[3]

Untuk mencapai salah satu Misi dari Program Studi S1 Teknik Industri, yaitu melaksanakan Pengabdian Kepada Masyarakat, melibatkan seluruh civitas akademika Prodi S1 Teknik Industri melalui kegiatan pembinaan, bimbingan, dan konsultasi. Tujuan kegiatan ini adalah untuk

meningkatkan peran mereka dalam pemberdayaan masyarakat yang berbasis energi dan teknologi, serta untuk membina kerjasama dengan industri kecil melalui pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) bersama masyarakat.

Salah satu didalam penelitian terdahulu yaitu jurnal dari Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang 2023 telah disimpulkan bahwa penanganan masalah buangan limbah tahu dapat dilaksanakan dengan melakukan peningkatan paralon pada tempat pembuangan akhir limbah cair tahu memudahkan perpindahan dari tempat pembuatan ke tempat pengeluaran terakhir. Sedangkan untuk lebih memberikan kejernihan air buangan limbah cair tahu pada penelitian Pengabdian Kepada Masyarakat tim dosen ITPLN, pada bak penampungan kedua diberikan ijuk sebagai filtrasi air yang mengalir ke bak penampungan limbah cair selanjutnya, sehingga kualitas kejernihan air lebih baik. Hal yang juga umum dalam pekerjaan ini adalah mitra kami memahami akibat bahaya yang ditimbulkan oleh air limbah industri melalui pelayanan masyarakat.[11]

Sesuai Analisa yang kami temui di lapangan, ada beberapa masalah yang akan dihadapi oleh pengrajin tahu di Cikampek ini yaitu :[6]

- a) Tercium Bau yang kurang sedap pada lingkungan UMKM pembuat tahu di Cikampek ini.
- b) Bak penampungan limbah cair untuk mengatasi polusi udara dari buangan limbah tahu yang berdampak pada kesehatan kerja dan lingkungan sekitar dalam keadaan tidak berfungsi.

Atas dasar masalah mitra yang kami temukan di UMKM tersebut maka kami merencanakan akan melakukan perbaikan buangan limbah cair tahu tersebut sehingga lingkungan bersih polusi udara akan meningkat.[12]

Adapun Fakta-fakta yang melatarbelakangi atau menginspirasi pelaksanaan kegiatan PkM kami tentang, "*Perbaikan Buangan Limbah Cair Pada Usaha Mikro, Kecil Menengah Pengrajin Tahu Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Di Cikampek*", adalah sebagai berikut :

- 1. Tri Dharma Perguruan Tinggi:** PkM adalah salah satu dari tiga pilar utama Tri Dharma Perguruan Tinggi, selain pendidikan dan penelitian. Perguruan tinggi di Indonesia diwajibkan untuk berkontribusi dalam pengembangan masyarakat melalui pengetahuan dan teknologi yang dimilikinya.
- 2. Peningkatan Kualitas Hidup Masyarakat:** Banyak kegiatan PkM yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat, baik dari segi kesehatan, pendidikan, ekonomi, maupun lingkungan.
- 3. Peningkatan Relevansi Akademik:** Melalui PkM, dosen dan mahasiswa dapat mengaplikasikan teori dan pengetahuan yang diperoleh di kelas dalam konteks nyata. Ini membantu meningkatkan relevansi akademik serta memperkaya pengalaman belajar mahasiswa.
- 4. Pengembangan Kapasitas Masyarakat:** PkM bertujuan untuk membangun kapasitas masyarakat sehingga mereka dapat mandiri dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi.
- 5. Siklus Umpan Balik:** Kegiatan PkM memberikan umpan balik kepada perguruan tinggi mengenai relevansi kurikulum dan penelitian. Pengalaman langsung di lapangan bisa menjadi sumber inspirasi untuk pengembangan materi ajar dan topik penelitian baru.

Latar belakang dan inspirasi ini menjadi dasar penting bagi perguruan tinggi untuk terus mengembangkan dan melaksanakan program PkM yang berdampak positif bagi masyarakat.

Upaya-upaya yang pernah dilakukan oleh mitra dalam mengatasi dampak buang limbah cair UMKM pengrajin tahu ini adalah juga pernah membuat buangan limbah cair pada tempat yang sama,

hanya saja rusak dan tertimbun tanah karena tidak ada ada nya perawatan buangan limbah yang berkelanjutan, sehingga limbah cair tersebut Kembali memberi dampak ke Kesehatan karyawan umkm maupun lingkungan setempat

Masalah dan tantangan yang sering dihadapi oleh masyarakat sekitar umkm pengrajin tahu ini serta bagaimana hal ini bisa menjadi target kegiatan PkM kita yaitu :

### **1. Masalah Kesehatan**

- a) **Faktual & Aktual:** Penyebaran penyakit yang diakibatkan penghirupan udara buruk akibat buangan limbah cair pengrajin tahu
- b) **Target PkM:** Kegiatan penyuluhan Kesehatan dan pelatihan deteksi dini penyakit, atau kampanye pola hidup sehat dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini.

### **2. Krisis Lingkungan**

- a) **Faktual & Aktual:** Masalah pencemaran lingkungan dan pengelolaan sampah yang buruk.
- b) **Target PkM:** Program edukasi tentang lingkungan, pelatihan pengelolaan sampah, lingkungan bisa menjadi bagian dari kegiatan PkM untuk mengatasi krisis lingkungan.

Dengan memahami kebutuhan faktual dan aktual masyarakat, kegiatan PkM dapat dirancang sedemikian rupa sehingga memberikan solusi konkret yang benar-benar bermanfaat bagi masyarakat sekitar.

Tujuan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) pada umumnya mencakup beberapa aspek yang saling berkaitan, baik dari segi manfaat bagi masyarakat maupun peningkatan kapasitas akademik dan relevansi perguruan tinggi. Berikut adalah beberapa tujuan utama kegiatan PkM:

#### **1. Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat**

Pengabdian kepada Masyarakat ini juga melaksanakan penyuluhan akan dampak udara yang buruk bagi Kesehatan yang bertujuan Meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui penerapan pengetahuan, teknologi, dan keterampilan yang dikembangkan oleh perguruan tinggi.

#### **2. Peningkatan Relevansi dan Kualitas Pendidikan Tinggi**

Pengabdian kepada Masyarakat ini juga melibatkan mahasiswa dalam kegiatan PkM untuk memberikan pengalaman lapangan yang praktis dan relevan dengan studi mereka yang bertujuan meningkatkan

## **2. METODE / PERANCANGAN PENELITIAN**

### **2.1 Rancangan Solusi**

Indonesia adalah negara dengan jumlah penduduknya menduduki nomor 4 di dunia dimana menuntut ketahanan pangan agar terpenuhi kebutuhan penduduknya. Diantaranya adalah peningkatan permintaan kedelai. Menurut informasi yang kami dapat dari <http://www.kemenperin.go.id>, Bapak Euis Saedah, Direktur Jenderal Usaha Kecil dan Menengah Kementerian Perindustrian, mengatakan sekarang terdapat sekitar 11.500 penghasil tahu dan tempe di Indonesia. Penghasil makanan tahu dan juga tempe membutuhkan 50(lima puluh) hingga 100 kg kedelai per harinya. Tingginya tingkat produksi tahu dan juga tempe juga membutuhkan pengerjaan produk lainnya. Pada penghasil tempe dan tahu memberikan buangan dalam bentuk cair serta padat. Limbah padat umumnya digunakan sebagai makanan ternak Umumnya pada limbah padat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pada saat nan sama, air limbah industri harus dikelola agar dapat dibuang dengan aman.[5], [13]

Manajemen air limbah produksi tahu dan tempe yang tidak tepat akan muncul dampak terhadap lingkungan, diantaranya yaitu keluar bau dan eutrofikasi terjadi pada badan air yang

menampung air limbah. Sebab air limbah dari pabrik tahu banyak memiliki kandungan protein, tingginya kadar nitrogen dan fosfat dalam air limbah yang dapat menyebabkan bau tidak sedap dan eutrofikasi.[8], [14]

Munculnya peraturan mengenai standar kualitas air buangan dari tahu atau pun tempe menimbulkan sebuah kendala baru untuk para pengrajin tahu agar dapat mengelola limbah yang di hasilkan oleh proses produksi itu sendiri.

Terdapat kesamaan di operasional industrinya antara Industri tahu dan tempe, dimana industri tahu biasanya bekerja sekitar 8 jam untuk memproduksi tahu, kemudian akan dihentikan dan dilanjutkan.[2]

Operasional produksi semacam ini memerlukan cara khusus untuk pengolahan air limbah yang sederhana dan kepatuhan terhadap waktu operasional. Sequencing Batch Reactor (SBR) adalah air limbah yang diolah secara *simple*, dioperasi di lingkungan tertutup yang terbagi banyak langkah atau tahapan. Ada 4 (empat) langkah untuk melakukan pengolahan ini. Pertama, mengisi buangan cair ke dalam tempat pengolahan (*fill*). Selanjutnya, proses pengolahan (*react*) terjadi ke tempat proses tersebut. Setelah itu, masuk tahap pengendapan (*settle*), diikuti dengan tahap pengaliran sedikit buangan cair (*draw*). Setelah mencapai langkah terakhir, yaitu tahap diam atau pelaksanaan terhenti (*idle*), proses dapat kembali ke tahap mulai, yaitu Langkah ke *fill*. Proses reaksi dilanjutkan dengan memberikan lebih oksigen untuk mengoptimalkan proses sisa buangan cair. [9]

Penggunaan bantuan mikroorganisme di dalam pengolahan air limbah secara biologis khususnya, itulah yang disebut dengan SBR, dimana pekerjaannya selaku agen penyisih beban organik yang terdapat dalam air limbah. Beberapa aspek krusial dalam proses SBR adalah fokus kita pada tahap awal SBR, yang melibatkan penentuan bibit mikroorganisme yang merupakan lumpur bisa beroperasi secara maksimal dalam memproses buangan cair melalui proses biologis yang telah disiapkan. Pada akhirnya, endapan lumpur hasil buangan tahu ini bisa dimanfaatkan untuk memproses air limbah. Endapan yang dihasilkan, berupa lumpur, diberikan lagi pada saat memulai proses SBR. Mikroorganisme ini menggunakan bahan organik dalam air limbah untuk metabolisme.[1]

Dalam proses pengeluaran buangan cair, terjadi pengurangan beban organik pada air limbah dari produksi tahu, bisa dibuktikan dengan pengurangan kebutuhan Chemical Oxygen Demand (COD) dan nilai Total Suspended Solid (TSS) sampai 90%. Pada akhir perlakuan SBR, nilai COD mencapai 500 mg/l dan TSS mencapai 175 mg/l. Perbandingannya dan standar Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 yang menetapkan nilai COD sebesar 300 mg/l dan TSS sebesar 100 mg/l. Meskipun demikian, diperlukan proses tambahan hingga kinerja pengolahan air limbah bisa memenuhi standar kualitas. Proses lebih lanjut dianjurkan bisa menurunkan nilai COD dan TSS dengan menggunakan tanaman air.[3]

Keunggulan teknologi SBR adalah memiliki fleksibilitas yang dapat menjalankan banyak proses dalam satu container dan tidak memerlukan area yang luas. Pada ke empat tahapan SBR tersebut di proses dalam tempat serta lingkungan yang tidak berkelanjutan. Maka jika pabrik tahu sudah tutup hingga dapatlah dipakaikan untuk proses SBR, dan jika pabrik tahu mulai beroperasi lagi maka buangan cair yang sudah diproses bisa dilanjutkan ke proses tahap selanjutnya. Dalam hal pengolahan SBR, membutuhkan anggaran lebih rendah karena hanya satu investasi untuk membangun peralatan pengolahannya. Dan ini sangatlah cocok bagi industri usaha mikro kecil dan menengah seperti pabrik tahu juga tempe. Sebaliknya menjadi kelemahan unit ini adalah tidak cocok bagi industri skala besar.[12]

Untuk PD. Asri ini pernah membuat bak bak buangan limbah tahu, namun karena masalah perawatan dan kurang SDM yang merawatnya, bak bak itu menjadi mendangkal sehingga rata



dengan tanah sekitarnya, yang menyebabkan tidak ada lagi proses pengendapan, sehingga kurang jernih buangan limbah cairnya, yang mengalir masih meninggalkan bau untuk lingkungan sekitar, atas dasar hal tersebut di atas maka PD. Asri mau bekerjasama dengan tim PKM Teknik Industri ITPLN untuk membuat perbaikan buangan limbah cair tahu sehingga kita buat tema PKM “*Perbaikan Buangan Limbah Cair Pada Usaha Mikro, Kecil Menengah dan Pengrajin Tahu Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Di Cikampek*”.

Untuk mengatasi permasalahan terkait mitra PKM dan pengrajin tahu di Cikampek Kabupaten Karawang ini, maka akan diberikan rancangan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu:

- (a) Melaksanakan perbaikan buangan limbah cair dari **TAHU** terhadap UMKM tersebut.
- (b) Melakukan pengenalan **Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Ilmu lingkungan** dan risiko yang diperoleh tanpa adanya buangan limbah cair dari Tahu tersebut.

## 2.2 Prosedur Pelaksanaan

### 2.2.1 Tahap Persiapan

Berikut Langkah-Langkah dalam pelaksanaan PKM ini adalah :



Gambar 1. Diagram Alir PKM

Di dalam langkah pertama yang dilaksanakan oleh tim Pengabdian Kepada Masyarakat Program Sarjana Sarjana Teknik Industri ITPLN adalah

- Melakukan pengamatan awal ke tempat tujuan Pengabdian Kepada Masyarakat.

- Menetapkan ketua dan anggota tim Pengabdian Kepada Masyarakat.
- Menyusun program dengan proposal Pengabdian Kepada Masyarakat
- Membuat urutan jadwal pelaksanaan kegiatan

### 2.2.2 Tahap Pelaksanaan

Sosialisasi ini dilaksanakan pada 14 September 2023 di PD. ASRI, Jalan Babakan Cengkong-Kawao, Purwasari, kecamatan Cikampek, Kerawang dengan pesertanya adalah pemilik umkm pengajin tahu yaitu Ibu Hj. Wiwik Sugiarsih, para pekerja yang bekerja, perwakilan Masyarakat dan tim PKM Teknik Industri. Tempat kajian bertempat di PD. ASRI tersebut diatas. Pada tahap pelaksanaan yang dilakukan oleh Tim PKM Prodi Sarjana Teknik Industri yaitu :

- Merancang desain perbaikan bak penampungan limbah cair dari Tahu.
- Menyiapkan bahan dan alat pembuatan bak penampungan limbah cair dari Tahu.
- Melaksanakan pembuatan bak penampungan limbah cair dari Tahu.
- Mengevaluasi hasil pembuatan bak penampungan limbah cair dari Tahu.
- Melaksanakan serah terima dan sosialisasi PKM.

### 2.2.3 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian pengabdian kepada masyarakat ini adalah jenis penelitian kualitatif deskriptif dengan memakai media wawancara, observasi, dan foto. Dengan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data Primer, yang didapat langsung dengan wawancara langsung dengan *owner* UMKM pengrajin Tahu PD.ASRI. Data primer adalah data yang didapat langsung dari sumbernya oleh peneliti langsung melalui responden dan tanpa perantara.
- 2) Data Sekunder, diambil dengan dokumentasi oleh narasumber yaitu ibu Hj Wiwik Sugiarsih, dan melalui pengumpulan data dari mitra juga dengan pengisian formulir atau survei langsung ke tempat pengrajin tahu tersebut diatas. Jenis data sekunder selanjutnya adalah pencarian literatur dengan menggunakan media cetak maupun dan internet. Data sekunder ini adalah juga disebut sebagai sumber data tidak langsung yang dapat memberikan tambahan data, sebagai penyempurnaan dari data penelitian.

### 2.2.4 Teknik Analisis Data

Cara menganalisis data tidak hanya sekedar metode menganalisis data, tetapi juga metode pembahasan tentang pemrosesan data dan informasi diperoleh selama penelitian untuk memperoleh luaran penelitian. Menurut Lexy J. Moleong, cara menganalisis data adalah upaya memeriksa alat-alat penelitian seperti dokumen, ringkasan serta catatan dalam hasil karya tulisan. Bogdan menjelaskan bahwa cara analisis data adalah suatu proses sistematis dalam mencari dan menyusun data yang diperoleh melalui dokumentasi, wawancara, dan lain-lain.

Metode analisis data kualitatif, biasanya memakai deskripsi hasil analisis. Metode berfokus pada pemaparan, akar masalah, dan topik yang mendasarinya, bukan pada angka. Sama halnya dengan metode penelitian kualitatif, metode analisis data memiliki tujuan untuk menyelidiki dan menemukan fenomena tertentu. Metode ini tentunya digunakan apabila datanya berbentuk deskriptif dan dalam penelitian yang menimbulkan pertanyaan-pertanyaan terkait fenomena sosial, perilaku manusia, dan semua hal yang tidak dapat diukur secara numerik. Metode atau teknik yang termasuk didalam diantaranya jenis :

1. Analisis isi
2. analisis naratif
3. Analisis wacana
4. Kerangka analisis
5. Analisis Teori Beralas

Teknik analisis data kuantitatif ini digunakan untuk data yang dapat diukur atau dikuantifikasi. Ini dapat diperoleh Bersama memakai metode statistik dan komputasi. Metode analisis ini erat kaitannya dengan statistika, sehingga data yang dihasilkan bersifat obyektif, logis dan tidak bias.

Metode analisis data kuantitatif ini dipakai untuk data yang dapat diukur atau dikuantifikasi. Data ini dapat diperoleh Bersama memakai metode statistik dan komputasi. Metode analisis ini erat kaitannya dengan statistika, maka data yang diperoleh bersifat obyektif, logis, dan tidak bias. Ada beberapa metode analisis data kuantitatif, diantaranya adalah :

- Analisis statistik deskriptif
- Analisis statistik inferensial
- Analisis diskriminan.

Metode analisis data taksonomi, meskipun teknik analisis data ini dapat digunakan dalam penelitian kualitatif, namun teknik ini dapat digunakan dengan hati-hati karena tidak dapat digunakan pada semua penelitian kualitatif. Tujuan dari metode ini adalah untuk memberikan serangkaian pertanyaan penelitian. Domain masalah merupakan variabel yang digunakan dalam penelitian. Teknik ini membagi suatu variabel menjadi subvariabel terkecil hingga tidak dapat lagi dibagi lagi. Hasil analisis data ini disajikan dalam bentuk diagram garis, diagram kotak, dan diagram simpul.

Metode analisis data domain Teknik ini cocok bila penelitian yang dilakukan memerlukan penyelidikan yang detail. Objek penelitian biasanya lebih dinamis. Teknik ini menggunakan gambar untuk pengumpulan data.

Metode analisis data isi, teknik ini biasanya digunakan untuk data yang diperoleh melalui media massa seperti surat kabar, televisi, radio, artikel online, dan media massa lainnya. Metode analisis ini biasanya menggunakan metode pengkodean simbolik untuk mendeskripsikan kode yang diberikan.

Metode analisis data interaktif oleh Miles dan Huberman, ini biasanya digunakan dalam penelitian kualitatif. Teknik ini memiliki tiga arah, di antaranya reduksi data, penyajian dan peninjauan data, atau penarikan kesimpulan.

Metode analisis data perbandingan konstan, metode akan di pakai untuk menyatukan semua kendala dengan teori yang akan dipakai. Metode ini digunakan untuk membandingkan kendala yang ditemui dari mulai penelitian sampai akhir penelitian selesai.

Akan tetapi pada tahap penganalisisan data di Pengabdian Kepada Masyarakat, disinilah pelaksanaan dimulai adalah untuk mengetahui efektivitas pelatihan teknik pengolahan data menggunakan pendekatan statistik deskriptif tentang umpanbalik dari pengguna berdasarkan data dari hasil wawancara, yang dikategorikan dalam jenis teknik analisis data kuantitatif.

### **2.2.5 Metode Pendekatan**

Pendekatan yang digunakan yaitu menggunakan pendekatan dengan metode kuantitatif, ini didasarkan pada filosofi positivisme dan melibatkan studi terhadap populasi atau sampel tertentu, dan pengumpulan data menggunakan alat ukur penelitian (instrumen).

Pendekatan penelitian kuantitatif merupakan suatu pendekatan yang berdasar pada filsafat positivisme, yang meliputi penelitian terhadap populasi atau sampel tertentu, melakukan pengumpulan data dengan alat ukur penelitian (instrumen), dan memiliki tujuan untuk dapat menguji dan membuktikan hipotesis yang telah dirumuskan, yang dianalisis data bersifat statistik. Metode kuantitatif meliputi metode survei juga eksperimen.[10]

Metode penelitian survei memperoleh data historis atau terkini tentang keyakinan, opini, karakteristik perilaku, dan hubungan antar variabel dan menggunakan sampel dari kelompok populasi tertentu untuk mengembangkan berbagai hipotesis tentang variabel sosiologis dan psikologis. Ini adalah pendekatan penelitian kuantitatif yang digunakan untuk memverifikasi. Metode pengumpulan datanya adalah observasional (wawancara atau kuesioner) dan temuan dalam penelitian cenderung dapat digeneralisasikan.

Teknik penyelesaian masalah ini dengan dilakukan secara langsung dan dalam pendekatan ini, mitra, komunitas, dan pihak berkepentingan lainnya dilibatkan secara aktif dalam proses perencanaan, penerapan, dan evaluasi solusi. Mereka memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan dan implementasi tindakan. Pendekatan ini memastikan bahwa solusi yang diusulkan merupakan hasil kolaboratif yang mencerminkan kebutuhan dan kepentingan semua pihak yang terlibat.[7]

### **2.2.6 Partisipasi Mitra**

Didalam sebuah perindustrian usaha tahu ini selain adanya limbah cair juga memang kemudian dapat membuahkan buangan padat dinamai dengan ampas tahu juga menghasilkan buangan cair berupa hasil dari pembersihan kedelai, sisa perendaman, perebusan, penggumpalan, dan pencetakan tahu.

Secara nyata terlihat dan cukup berkarakteristik, memang sisa buangan cair tahu berwarna kuning kecoklatan, cairan lebih kental jika dibandingkan dengan cairan air murni pada umumnya, mempunyai suhu di atas 40 °C yang disebabkan perebusan kedelai, dan mempunyai aroma asam yang cukup menyengat. Rusaknya sebuah lingkungan sekitar pabrik yang diakibatkan dari limbah pengolahan tahu yang memang cukup buruk ternyata bagi mempengaruhi ekosistem perairan dan juga membahayakan kesehatan manusia. Masalah kendala air berdampak besar terhadap mutu juga kegunaan air bersih. Pada kemudiannya hasil dari pembuangan limbah menghasilkan zat-zat yang dapat di kategorikan sebagai zat beracun yang menyebabkan tempat tumbuh dan berkembangnya bakteri di lingkungan sekitar.

Melihat *effect negative* dari buangan limbah cair dari tahu tersebut kami mengajak mitra yang menghadapi masalah terhadap bak buangan limbahnya, yang merugikan pekerja maupun Masyarakat sekitar. Keterlibatan mitra dalam melaksanakan Pengabdian Kepada Masyarakat ini menjadi kunci keberhasilan. Dengan bekerja sama secara aktif dengan mitra yaitu membuat saluran pembuangan limbah agar pencemaran udara karena limbah tahu di daerah sekitar berkurang dan kami dapat memastikan PKM ini sesuai dan mendapat dukungan penuh, memberikan efek symbiosis mutualisme bagi mitra, masyarakat dan tim.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah dilakukan perbaikan buangan limbah cair pada usaha mikro, kecil dan menengah pengrajin tahu milik PD. ASRI maka telah didapat ::

- 1) Bagi kelompok sasaran adalah mendapatkan pelajaran yang menyangkut tentang pentingnya tempat buangan limbah cair dari tahu yang aman, sehat dan benar sehingga solusi masalah pada limbah cair dapat diatasi di PD. ASRI ini, dengan terindikasi diantaranya : tidak tercium lagi bau yang kurang sedap pada lingkungan UMKM pembuat tahu di Cikampek ini, sehingga berdampak pada Kesehatan untuk pekerja dan masyarakat sekitar dan bak penampungan limbah cair yang telah diperbaiki untuk mengatasi polusi udara dari buangan limbah tahu yang berdampak pada kesehatan kerja dan lingkungan sekitar saat ini sudah berfungsi kembali, mengalirkan buangan yang lebih jernih, sehingga keselamatan dan Kesehatan lingkungan kerja menjadi lebih baik pula.[10]

Ini dapat dilihat dari foto-foto dapat terlihat perbedaan yang cukup signifikan sebelum dan sesudah perbaikan buangan limbah cair ini dijalankan. Dimana sebelum adanya perbaikan limbah cair yang dihasilkan pada usaha mikro, kecil dan menengah pengrajin tahu terlihat keruh dan mengeluarkan sedikit bau yang tidak sedap. Namun, setelah melakukan perbaikan, limbah cair yang dihasilkan awalnya keruh menjadi sedikit bening dan tidak menimbulkan bau.[15]

Berikut beberapa foto selama kegiatan:



**Gambar 2.** Sebelum Perbaikan



**Gambar 3.** Setelah Perbaikan



**Gambar 4.** Bak Buangan Limbah Cair Sebelum di perbaiki



**Gambar 5.** Bak Buangan Limbah Cair Setelah diperbaiki

- 2) Bagi Tim PKM sendiri juga memperoleh keuntungan dengan mendapatkan ilmu dan ketrampilan yang dimilikinya khususnya dalam bidang ***Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Ilmu Lingkungan dan Perancangan Fasilitas*** untuk membantu serta memberikan pelayanan kepada masyarakat.
- 3) Untuk Institusi juga memberikan keuntungan yaitu dengan mendapatkan nama baik Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara di kenal dikalangan masyarakat umum, yang ikut membantu meningkatkan kualitas hidup masyarakat, serta mempererat hubungan kerjasama antara seluruh civitas akademika ITPLN dengan UMKM pengrajin tahu.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **4.1 KESIMPULAN**

Hasil dari dilaksanakan Pengabdian Kepada Masyarakat melalui penyuluhan penanganan limbah dengan topik "***Perbaikan Buangan Limbah Cair Pada Usaha Mikro, Menengah Kecil Pengrajin Tahu Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan***" maka disimpulkan:

1. Pemilik, pekerja, dan Masyarakat sekitar UMKM Pengrajin Tahu PD. ASRI telah mendapatkan edukasi akan pemahaman menanggulangi limbah cair dan penanganannya. Perbaikan buangan limbah cair terlihat dengan semakin jernih air yang dialirkan dari limbah pengolahan tahu sehingga meminimalkan dampak negatif yang berpengaruh langsung terhadap lingkungan disekitarnya dan juga untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan masyarakat yang berada disekitar pabrik pengrajin tahu tersebut. Hal ini dilakukan dengan memperbaiki saluran pembuangan limbah untuk mengurangi pencemaran udara seperti tercium bau tidak sedap pada limbah cair Tahu yang dialirkan. Manfaat bagi pabrik pengrajin tahu itu sendiri dapat juga mencakup efisiensi dalam penggunaan sumber daya dan pemenuhan tuntutan konsumen yang semakin peduli akan keberlanjutan. Melalui perbaikan proses produksi dan pengelolaan akan limbah cair yang dihasilkan, pengrajin tahu dapat mengurangi polusi air dan dampak lingkungan negative yang ditimbulkan sebelumnya. Selain itu, dapat melakukan langkah-langkah berkelanjutan termasuk penggunaan teknologi hijau, pengurangan bahan kimia berbahaya, dan praktik pengolahan limbah yang lebih baik.
2. Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat juga memberikan manfaat untuk tim dengan mempraktikkan ilmu dan ketrampilan yang dimilikinya khususnya dalam bidang ***Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Ilmu Lingkungan*** untuk membantu serta memberikan pelayanan kepada masyarakat.
3. Citra ITPLN di mata masyarakat semakin membaik, sehingga meningkatkan kualitas hidup pun akan terwujud dan memperkuat hubungan kerjasama antara semua sivitas akademika ITPLN dengan usaha kecil dan masyarakat disekitar pengrajin tahu.

##### **4.2 SARAN**

Pengusaha pengrajin tahu dapat menjalin kemitraan dengan pihak ketiga seperti perusahaan pengolahan limbah atau organisasi lingkungan yang dapat membantu dalam pengelolaan limbah cair. Mereka dapat memberikan layanan khusus atau saran tentang cara mengelola limbah dengan baik. Selain itu, mencari cara kreatif untuk memanfaatkan limbah cair menjadi salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien untuk mencegah pencemaran air, contohnya limbah cair yang dikeluarkan dari proses pembuatan tahu bisa digunakan sebagai pupuk organik untuk pertanian, apabila masih memungkinkan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami menghaturkan terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah memberi dukungan moril sehingga terlaksananya pengabdian kepada masyarakat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Biologi et al., *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Guna Mendukung Program Lorong Garden (Longgar) Kota Makassar*. 2018.
- [2] “Pelatihan penanganan-limbah-tahu”.
- [3] Lusiana), “PENANGGULANGAN PENCEMARAN LINGKUNGAN MELALUI PKM UKM TAHU DAN TEMPE DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI,” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* (Royal ISSN, vol. 1, no. 2, pp. 91–94, 2018.
- [4] H. Pagoray, S. Sulistyawati, and F. Fitriyani, “Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan,” *Jurnal Pertanian Terpadu*, vol. 9, no. 1, pp. 53–65, Jun. 2021, doi: 10.36084/jpt.v9i1.312.
- [5] F. Muharrahmi, M. Aldani, N. Indriani, and A. Hasibuan, “ANALISIS DAMPAK LIMBAH CAIR PADA PABRIK TAHU TERHADAP PENCEMARAN LINGKUNGAN DI KECAMATAN TANJUNG MORAWA KAB. DELI SERDANG”.
- [6] L. Lasmini, M. Boby, K. Program, S. Akuntansi, F. Ekonomi, and D. Bisnis, “SOSIALISASI PENANGANAN LIMBAH CAIR PADA UMKM TAHU DI DESA JOMIN TIMUR.”
- [7] S. Setyawan Bomantoro, “PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI TAHU DI KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR,” 2016.
- [8] B. Siti Rahayu Purwanti et al., “SPERENCANAAN PENDEKATAN PERSUASIF DAN AKSI REMAJA PEDULI LIMBAH CAIR SEBELUM MASUK SUNGAI”.
- [9] J. D. Jaya, L. Ariyani, and H. Hadijah, “DESIGNING CLEAN PRODUCTION OF TOFU PROCESSING INDUSTRY IN UD. SUMBER URIP PELAIHARI,” *Jurnal Agroindustri*, vol. 8, no. 2, pp. 105–112, Jan. 2019, doi: 10.31186/j.agroind.8.2.105-112.
- [10] O.: Robin and A. Supendi, “ANALISIS DAMPAK LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU TERHADAP PENURUNAN KUALITAS AIR DAN KERAGAMAN IKAN AIR TAWAR DI SUNGAI CIPELANG KOTA SUKABUMI.”
- [11] S. Yulianti et al., “PENYULUHAN PENANGANAN LIMBAH HASIL PEMBUATAN TAHU DI PADANG SELASA BUKIT LAMA, PALEMBANG.”
- [12] R. Auliana et al., “PENGOLAHAN LIMBAH TAHU MENJADI BERBAGAI PRODUK MAKANAN.” [Online]. Available: <http://www.menlh.go.id>
- [13] J. Abidjulu and H. S. Kolengan, “PENGARUH LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI PAAL 4 KECAMATAN TIKALA KOTA MANADO,” *Chem. Prog*, vol. 9, no. 1, p. 29, 2016, doi: 10.35799/cp.9.1.2016.13910.
- [14] M. Komunikasi et al., “Jurnal Presipitasi Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Larutan EM4 secara Anaerob-Aerob Bioremediation of Tofu Industrial Wastewater Using Anaerobic-Aerobic Solution of EM4,” vol. 17, no. 3, pp. 233–241.
- [15] S. Desa, B. Peninjauan, K. Sukaraja, and K. Seluma, “MEKANISME PEMBUANGAN LIMBAH TAHU DITINJAU DARI ETIKA BISNIS ISLAM.”

**LAMPIRAN**

