

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN *TRICKLING FILTER* DAN STARTER MIX

Marlinda^{1,*}, Miftahul Kamal², Miftahul Huda³, Salahuddin⁴, Annisa^{5,**}
^{1,2,3,5} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda
⁴ Jurusan Teknik Informatika Politeknik Negeri Samarinda

ABSTRACT

Tofu liquid waste can pollute the environment because of its high BOD and COD values. This research was carried out by processing tofu liquid waste through a trickling filter. The use of a starter mix with the determining the effect of contact time and knowing the effectiveness of the type of sticky media in reducing the BOD and COD values of tofu liquid waste. Tofu waste water before the trickling process has a COD value of 1731 mg/L and BOD of 643 mg/L. This research used the trickling filter method, and used sticky media such as rambutan bioballs and bottle caps. The trickling filter process is carried out by soaking the sticky media with liquid tofu waste for 11 days and measuring BOD and COD on days 3, 5, 7, 9, 11. From the research results, on day 9, the media attached to bottle caps showed a decrease in BOD and COD with values of 10.1 mg/L and 23 mg/L with an efficiency of 98%. These results are accordance with East Kalimantan Regulation No.2 of 2011 concerning water quality management which sets a maximum limit of BOD of 150 mg/L and COD of 300 mg/L.

Keywords : BOD, COD, tofu liquid waste, trickling filter

ABSTRAK

Limbah cair tahu dapat mencemari lingkungan karena nilai BOD dan COD yang tinggi. Penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair tahu melalui *trickling filter* dengan variasi media lekat dan pemanfaatan *starter mix* yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap penurunan nilai BOD dan COD serta mengetahui keefektifan jenis media lekat dalam menurunkan nilai BOD dan COD limbah cair tahu. Limbah air tahu sebelum proses *trickling* mempunyai nilai COD 1731 mg/L dan BOD 643 mg/L. Penelitian ini menggunakan metode *trickling filter*, serta menggunakan media lekat *bioball* rambutan dan tutup botol. Tahap pertama adalah *seeding*, yaitu perendaman media lekat dengan limbah cair tahu selama 15 hari dengan penambahan *starter mix* (EM4 dan *menure*) untuk menumbuhkan mikroorganisme. aklimatisasi dilakukan dengan melewatkan limbah pada media lekat selama 2 hari untuk mengadaptasikan mikroorganisme. Proses *trickling filter* dilakukan dengan merendam media lekat dengan limbah cair tahu selama 11 hari dan mengukur BOD serta COD pada hari ke-3,5,7,9,11. Dari hasil penelitian, hari ke-9 media lekat tutup botol menunjukkan penurunan BOD dan COD dengan nilai 10,1 mg/L dan 23 mg/L dengan efisiensi 98%. Hasil tersebut sesuai dengan Peraturan Daerah Kaltim No.2 Tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air yang menetapkan batas maksimal BOD 150 mg/L dan COD 300 mg/L.

Kata Kunci: aklimatisasi, media lekat, *starter*, *seeding*, *trickling filter*

1. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan dasar hidup manusia adalah kebutuhan akan pangan. Hal ini juga dinyatakan dalam Undang-Undang Pangan Nomor 7/1996 bahwa pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang pemenuhannya merupakan bagian dari hak asasi manusia. Bahan dasar yang sering dimanfaatkan untuk kebutuhan pangan salah satunya yaitu kacang-kacangan seperti kacang kedelai. Kacang kedelai biasanya banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai bahan baku utama makanan seperti tahu dan tempe. Produksi tahu dan tempe yang tinggi juga memerlukan pengelolaan hasil samping industri. Aktifitas industri tahu dan tempe menghasilkan limbah padat dan cair yang apabila dibuang langsung ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran.

Pembuatan tahu menghasilkan volume limbah cair yang cukup banyak sebesar 100 Liter dalam sehari. Limbah tersebut memiliki nilai BOD dan COD yang tinggi ketika dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu. Menurut Nurdin (2022) limbah cair ini apabila dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu dapat mencemari lingkungan perairan sekitar. Dengan kondisi seperti ini akan memberikan dampak negatif timbulnya bau busuk dan dapat merusak ekosistem biota akuatik dalam lingkungan. Tingginya kandungan BOD dan COD pada air limbah tahu sangat berpotensi mencemari perairan apabila langsung dibuang

* Korespondensi penulis: Marlinda, marlinda@polnes.ac.id

** Mahasiswa

ke badan air. Apabila tidak dikendalikan, bahan pencemar ini akan memacu eutrofikasi yang memberikan efek negatif pada lingkungan perairan, seperti terganggunya kehidupan biota air dikarenakan pertumbuhan lumut atau ganggang yang akan mengkonsumsi oksigen sehingga sediaan oksigen untuk biota air akan berkurang.

Proses pengolahan air limbah dengan sistem biakan melekat atau biofilm pada biofilter dapat dilakukan dalam kondisi aerobik, anaerobik, atau kombinasi anaerobik dan aerobik. Mekanisme penguraian senyawa polutan di dalam sistem biakan melekat yang terjadi pada reaktor, yaitu mikroorganisme tumbuh melapisi keseluruhan permukaan media. Pengolahan limbah menggunakan proses biofilm memiliki beberapa kelebihan, seperti kemudahan dalam pengoperasian, produksi lumpur yang minimal, serta kemampuannya untuk mengolah limbah dengan konsentrasi rendah atau tinggi. Metode ini juga dapat menanggulangi fluktuasi jumlah dan konsentrasi air limbah serta memperlihatkan dampak yang minimal terhadap efisiensi pengolahan ketika terjadi penurunan suhu [1].

Pada penelitian yang dilakukan oleh [5], yaitu penggunaan Biofilter Anaerob untuk menurunkan kadar pencemar organik pada limbah cair industri tahu. Penelitian ini bersifat eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar BOD dan COD pada limbah cair industri tahu dengan sistem biofilter anaerob. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah media lekat. Media yang digunakan adalah kerikil dan bioball rambutan. Dalam proses seeding dan aklimatisasi. Penelitian ini tidak menggunakan tambahan mikroorganisme untuk membantu mengurai limbah cair tahu. Dari hasil penelitian, didapatkan hasil terbaik yaitu pada hari ke-4. Efisiensi tertinggi untuk penyisihan BOD adalah 58.02% dalam reaktor media kerikil dan 63.00% dalam reaktor media bioball rambutan. Sedangkan untuk penyisihan COD, efisiensi tertinggi adalah 63% dalam reaktor media kerikil dan 70.45% dalam media bioball rambutan.

Dalam proses *trickling filter*, karena media sangat berperan penting maka diperlukan jenis media yang bersifat kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, dan tidak mudah berubah bentuknya [2]. *Trickling filter* ialah pengolahan air limbah dengan jenis tumbuhnya mikroorganisme terlekat (*attached growth*), mikroorganisme tersebut dapat menempel di biofilm yang tercipta dalam media *trickling filter* [3].

Pengolahan limbah tahu menjadi tantangan penting dalam mengelola dampak lingkungan. Salah satu metode yang digunakan untuk mengolah limbah tahu adalah *trickling filter* menggunakan media pelekat. Proses *trickling filter* memanfaatkan biofilm yang terbentuk dari mikroorganisme yang melekat pada media untuk menguraikan bahan organik dalam limbah cair. *Trickling filter* beroperasi dengan teknik penyebaran atau mendistribusikan air limbah kedalam sekumpulan media pelekat seperti bambu, kerikil, keramik, dan plastik [4].

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini diharapkan dapat diperoleh waktu kontak terbaik untuk menurunkan parameter limbah cair tahu dan diperoleh jenis media lekat yang memiliki keefektifan tertinggi dalam menurunkan parameter limbah cair tahu dengan penambahan *starter mix*, untuk dapat mencapai tujuan penelitian yaitu mengetahui pengaruh waktu kontak limbah cair tahu terhadap penurunan nilai BOD dan COD pada limbah cair tahu dan mengetahui keefektifan jenis media lekat dengan penambahan *starter* dalam menurunkan nilai BOD dan COD pada limbah cair tahu.

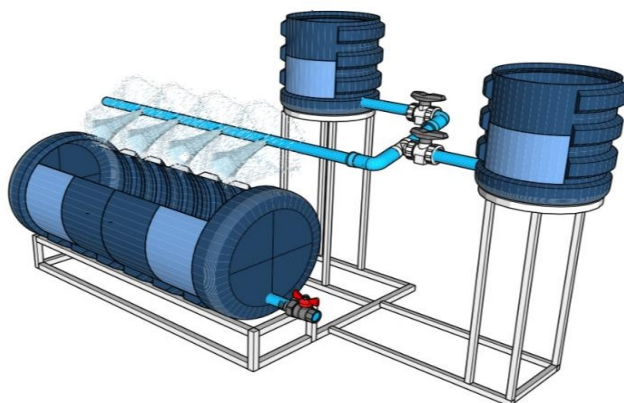
Proses pengolahan dilakukan beberapa tahap yaitu tahap persiapan media lekat, tahap seeding, tahap aklimatisasi dan proses pengolahan air limbah. Pada Tahap Persiapan Media Lekat dengan cara membersihkan media lekat yang digunakan yaitu bioball rambutan dan tutup botol, tutup botol sebelum digunakan di berikan lubang-lubang kecil sebesar ujung paku. Setelah itu memasukkan media lekat tersebut ke dalam reaktor (*prototype* pengolahan limbah). Melakukan proses seeding dengan mengalirkan air limbah cair tahu pada reaktor yang sudah diisi dengan media lekat bioball rambutan dan tutup botol. Menambahkan starter mix (EM4, *eco enzym* dan *menure*) sebanyak 10 ml kedalam reaktor, kemudian mendiamkan selama 14 hari, lalu mencatat pH dan suhunya setiap hari.

Selanjutnya melakukan tahap berikutnya yaitu tahap aklimatisasi yaitu tahap adaptasi media lekat dengan menambahkan limbah air tahu yang baru sebanyak 50% dari volume *prototype* lalu didiamkan selama 24 jam kemudian di analisa nilai COD dan BOD nya dan hari kedua mengganti dengan 100% limbah baru kemudian didiamkan satu malam lalu mengukur nilai COD nya.

Tahap berikutnya adalah proses *trickling filter*, menyiapkan limbah cair tahu yang berasal dari beberapa proses pembuatan tahu. Melakukan analisa awal kandungan parameter limbah cair yaitu, BOD, COD, dan pH pada air limbah tersebut. Memasukkan air limbah tahu ke bak penampungan limpahan. Melakukan *running* selama 264 jam. Kemudian mengambil sampel air limbah yang sudah melalui proses degradasi pada bak

penampungan limbah dengan waktu 72 jam, 120 jam, 168 jam, 216 jam, 264 jam. Melakukan analisa akhir kandungan parameter limbah cair. Parameter yang diamati meliputi nilai BOD, COD, dan pH.

Tahap Trickling Filter pada proses pengolahan limbah tahu terlihat pada Gambar 1. Media lekat bioball dan tutup botol yang digunakan dengan penambahan satter mix sebagai bahan penambah mikroorganisme.

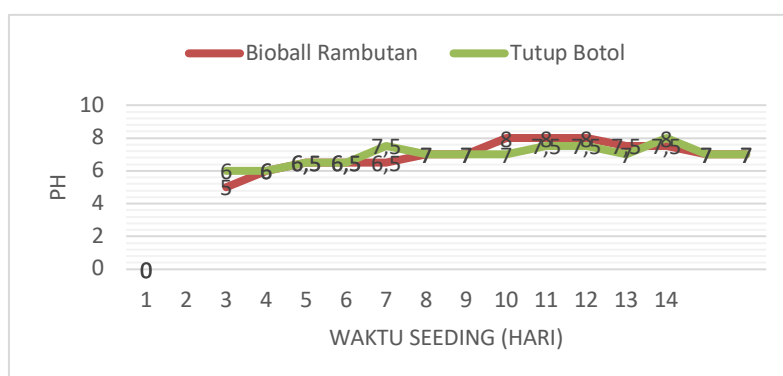


Gambar 1. Prototype Trickling Filter (pribadi)

Pengolahan limbah tahu dengan metode trickling filter menggunakan pola pengaliran limbah tahu secara lambat disesuaikan dengan variasi waktu yang digunakan. design data yang akan digunakan terlihat pada Tabel 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan limbah tahu terdiri dari beberapa tahapan yaitu seeding atau menumbuhkan biofilm pada media biofilter (media lekat). Proses *seeding* dilakukan selama 15 hari, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan kondisi *steady state* pada kondisi air limbah (5). Selama proses seeding berlangsung dilakukan dengan memberikan oksigen secara terus menerus agar oksidasi biologi oleh mikroba dapat berjalan dengan baik [6]. Setelah berjalan dengan baik, ditambahkan *starter mix* bakteri, berupa EM4, Eco Enzym dan *Menure* dan nutrisi seperti molase. Penambahan starter ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi biofilter dengan mempersingkat waktu pengolahan. Proses pembentukan biofilm dalam *seeding*, populasi dari mikroba yang ada dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, pengaruh suhu dan pH, serta kandungan oksigen dalam reaktor biofilter [7]. Proses Seeding telah berjalan dengan baik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Pengaruh pH pada Proses Seeding

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai pH air limbah pada media lekat *Bioball* Rambutan dan Tutup botol selama proses *seeding* berada dalam rentang 6-7,5. Nilai tersebut berada dalam rentang pH mikroorganisme mampu bertahan hidup. Secara umum mikroorganisme memerlukan pH antara 6-9 untuk hidup [8]. Tahap berikutnya adalah Tahap Aklimatisasi dilakukan selama 2 hari dengan menambahkan air limbah tahu baru ke dalam larutan air limbah tahu yang telah melalui proses bio film. Sampel limbah cair tahu sebelum masuk kedalam proses *trickling filter* memiliki nilai BOD sebesar 643 mg/L dan COD sebesar 1731 mg/L. Data Proses Aklimatisasi terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengukuran efisiensi penurunan COD

Hari Ke-	Efisiensi Penurunan COD	
	Bioball Rambutan	Tutup Botol
(50% limbah seeding dan 50% limbah baru)	77,46%	73,42%
(0% limbah seeding dan 100% limbah baru)	83,00%	86,55%

Dari data Tabel 1 terlihat efisiensi penurunan COD pada proses pengolahan air limbah telah berjalan dengan baik sehingga dapat dilakukan proses pengolahan limbah selanjutnya untuk variasi waktu pengolahan karena biofilm yang terbentuk pada media lekat telah aktif dan yang menandakan kesiapan untuk melanjutkan ke tahap berikutnya. Nilai COD ini menjadi indikator keberhasilan proses aklimatisasi dan menunjukkan bahwa bakteri telah mencapai kondisi *steady state* [9].

Setelah Tahap Aklimatisasi telah berjalan dengan baik maka dilanjutkan dengan proses pengolahan limbah secara *batch*. Proses pengolahan limbah tahu menggunakan prototype sederhana seperti pada Gambar 1. Pengaliran air limbah tahu menyesuaikan dengan variasi waktu yang digunakan dan kecepatan yang digunakan pun sangat lambat. Data Pengolahan Limbah Tahu dengan metode *Trickling Filter* dengan media lekat BioBall Rambutan dan Tutup Botol dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 sebagai berikut:

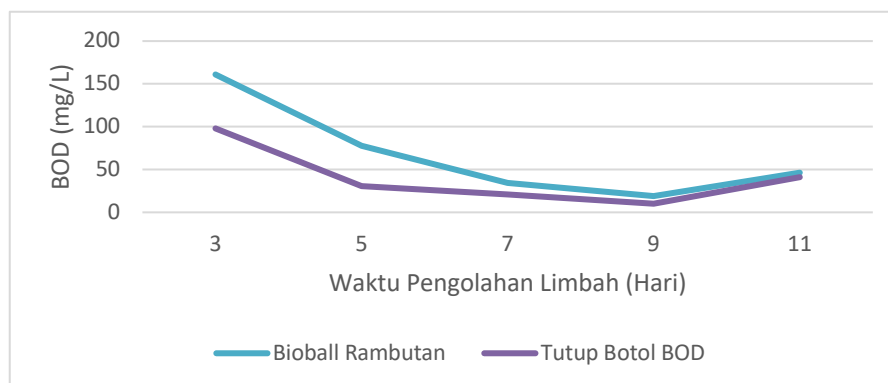
Tabel 2. Hasil analisa proses *trickling filter* dengan media *bioball* rambutan

Variabel	Hasil Pengukuran					PERDA Kaltim No.2 tahun 2011
	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7	Hari ke-9	Hari ke-11	
BOD (mg/L)	161	78	34	19	46	150 mg/L
COD (mg/L)	268	132	60	35	129	300 mg/L
pH	6,6	6,9	6,8	6,7	6,2	6-9

Tabel 3. Data hasil analisa proses *trickling filter* dengan media tutup botol

Variabel	Hasil Pengukuran					PERDA Kaltim No.2 tahun 2011
	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7	Hari ke-9	Hari ke-11	
BOD (mg/L)	98	31	21	10,1	41	150 mg/L
COD (mg/L)	176	89	38	23	115	300 mg/L
pH	6,7	6,6	6,5	6,5	6,1	6-9

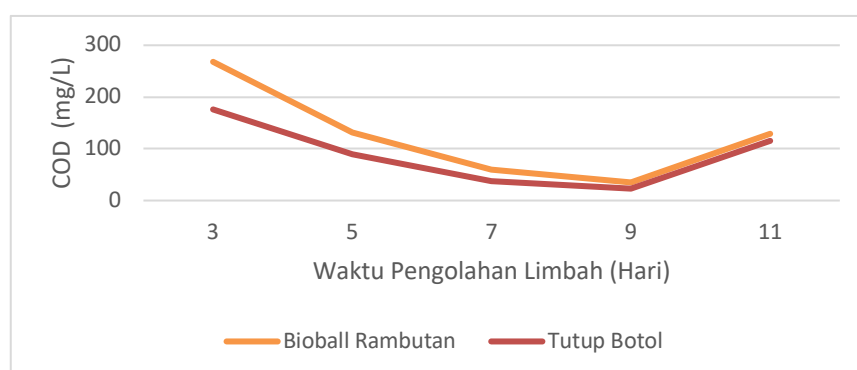
Parameter BOD mengukur banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk merombak bahan organik secara biologis di dalam limbah cair. Hasil pengolahan limbah cair tahu menggunakan *trickling filter* dengan media *bioball* rambutan dan tutup botol yang diukur dari nilai BOD dinyatakan dalam Grafik 3 berikut ini :



Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu pengolahan limbah terhadap BOD

Berdasarkan Gambar 3 diketahui waktu kontak terbaik untuk kedua jenis media lekat terdapat pada hari ke 9. Karena pada hari itu, nilai BOD pada media lekat *bioball* rambutan sebesar 19 mg/L dan pada media lekat tutup botol memiliki nilai BOD sebesar 10,1 mg/L. Pemeriksaan BOD dilakukan untuk menentukan beban pencemar dari air limbah yang dihasilkan. Pengukuran BOD digunakan sebagai dasar untuk mendeteksi kemampuan senyawa organik yang dapat didegradasi secara biologis dalam air. Dengan mengetahui nilai BOD akan diketahui proporsi jumlah beban organik yang mudah terurai (*biodegradable*) dan ini akan memberikan gambaran jumlah oksigen yang akan terpakai untuk dekomposisi dalam perairan [10]. Penurunan nilai BOD diakibatkan oleh proses degradasi senyawa organik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme membutuhkan senyawa organik untuk sintesis sel sehingga pada pengolahan ini senyawa organik yang ada pada limbah dimanfaatkan oleh mikroorganisme [11]. Media lekat juga memiliki pengaruh dalam menurunkan nilai BOD. Media lekat memiliki struktur yang mendukung pertumbuhan biofilm yang memungkinkan mikroorganisme untuk lebih efektif dalam mendegradasi bahan organik dalam limbah cair tahu. Dengan menyediakan area yang cukup bagi mikroorganisme untuk menempel dan berkembang biak, media ini meningkatkan efisiensi proses biologis, sehingga mempercepat penurunan nilai BOD. Nilai BOD pada hari ke 11 mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh seiring berjalannya waktu proses *trickling filter*, biofilm yang terbentuk pada media lekat dapat menjadi tidak stabil dikarenakan akumulasi bahan organik yang melebihi kapasitas pengolahan mikroorganisme selain itu terjadi kenaikan nilai COD ini disebabkan oleh tersumbatnya lapisan biofilm pada kedua media lekat, sehingga biofilm menjadi tidak stabil dan proses untuk mendegradasi senyawa organik menjadi tidak maksimal. Kenaikan nilai COD juga dikarenakan jumlah mikroorganisme yang semakin menurun akibat mengalami kematian sehingga mengakibatkan kenaikan nilai COD [12].

Parameter COD mencerminkan total kandungan senyawa organik yang dapat dioksidasi secara kimia dalam air limbah. Pengujian parameter COD dengan waktu kontak 3, 5, 7, 9, 11 hari dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu pengolahan limbah terhadap COD

Hasil analisis menunjukkan pada hari ke 3 sampai hari ke 9, nilai COD dalam proses mengalami penurunan. Penurunan nilai COD ini juga diakibatkan oleh aktifitas mikroorganisme dalam reaktor. Senyawa organik melewati proses aerob oleh mikroorganisme dalam reaktor yang mengakibatkan turunnya nilai zat organik, yang terukur sebagai BOD dan COD [13]. Sama halnya dengan BOD, media lekat tutup botol memiliki

luas permukaan yang lebih besar sehingga mampu menurunkan nilai COD lebih baik daripada *bioball* rambutan. Sama halnya dengan BOD, media lekat tutup botol memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga mampu menurunkan nilai COD lebih baik daripada *bioball* rambutan.

4. KESIMPULAN

Air limbah tahu sebelum proses trickling filter mempunyai kandungan COD 1731 mg/L dan BOD 643 mg/L. Terjadi penurunan BOD dan COD pada pengolahan limbah tahu terjadi pada hari ke 9 dengan nilai BOD sebesar 10,1 mg/L dan COD 25 mg/L untuk media lekat tutup botol dengan efisiensi Penurunan COD dan BOD sebesar 98,4% untuk BOD dan 98,5% untuk COD. Keefektifan Media lekat tutup botol lebih efektif dibandingkan dengan *bioball* rambutan. Nilai BOD dan COD setelah dilakukan proses pengolahan limbah cair tahu melalui *trickling filter* telah sesuai dengan Peraturan Daerah Kaltim No.2 Tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Manajemen Politeknik Negeri Samarinda (Polnes) dan P3M Polnes serta Jurusan Teknik Kimia Polnes.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurdin, M.I. "Efisiensi Penggunaan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Media Biofilter Bio-Ball pada Teknologi Fito-Biofilm dalam Penurunan Kadar Amonia pada Limbah Cair Domestik." *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 7, hal. 174- 178, 2006.
- [2] Saumi, A.R. dan Purnomo, Y.S. "Penurunan BOD₅ dan Fenol Limbah Kawasan Industri dengan Ketebalan Media Trickling Filter Bervariasi," *Jurnal Environtek*, 8(2) 2018.
- [3] Ardianita, N., Andriani, R. dan Maya, N.P. "Efektivitas Ekoenzim Terhadap Kelulushidupan Ikan Lele (*Clarias sp*) pada Media yang Tercemar Limbah Batik," *Biology Natural Resources Journal*, 2(1), hal. 24–27. Tersedia pada: <https://doi.org/10.55719/binar.2023.2.1.24-27> (2023).
- [4] Mulyani dan Mustika. "Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Teknologi Bioreaktor Trickling filter," *Envirosan*, 1(1), hal. 16–25, 2018.
- [5] Atiqoh, V.Z., Apriani, M. dan Astuti, U.P. "Seeding dan Aklimatisasi Tutup Botol Plastik Bekas Sebagai Alternatif Media Biofilter Aerobik untuk Mengolah Air Limbah Restoran Cepat Saji," *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 5(1), hal. 15-1, 2022.
- [6] Filliziati, Isna dan Titin "Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang," *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), hal. 1–10, 2013.
- [7] Laksono dan Sucipta "Pengolahan Biologis Limbah Batik dengan Media Biofilter." *Jurnal Pengolahan Limbah*. hal. 1-139, 2012.
- [8] Pitriani, Anwar dan Nurhaedar. "Efektivitas Penambahan EM4 pada Biofilter AnaerobAerob dalam Pengolahan Air Limbah RS. UNHAS. Palu, 2014.
- [9] Latifah, Mirwan dan Ulfah, A. "Penurunan Ammonia pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) dengan Menggunakan Upflow Anaerobic Filter," *Jurnal Envirotek*, 2(1), hal. 20-34, 2018.
- [10] Haerun, R., Mallongi, A. dan Natsir, M.F. "Effisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem Upflow dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4," *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK) LP2M Unhas*, 1(3), hal. 5-9, 2018.
- [11] Meicahayanti, I., Adnan, F. dan Suprayitno, M.R.B. "Pengaruh Jenis Media pada Trickling Filter Terhadap Pengolahan Limbah Cair Tahu," *Jurnal Pengolahan Limbah*, 5, hal. 2, 2021.
- [12] Kholif, M. Al dkk. "Penggunaan Biofilter Anaerob Untuk Menurunkan Kadar Pencemar Organik pada Limbah Cair Industri Tahu," *Teknik Lingkungan*, 7(2), hal. 149–158, 2021.
- [13] Mulyani, T. dan Mustika, F.A. "Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Teknologi Bioreaktor Trickling Filter," *Jurnal Pengolahan Limbah*, 1(1), hal 3, 2018.