

Teknik pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Penambahan Bakteri *Biotreatment*

Nita Suleman¹, Nurhayati Lambayu²
Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo^{1,2}
e-mail: nita.suleman@ung.ac.id¹, nurhayatilambayu41@gmail.com²

ABSTRACT

Bio treatment Waste is a colony of active probiotic bacteria Lactobacillus, Thiobacillus, Pseudomonas, Nitrobacter Sp, Nitrosomonas Sp, hydrolysis bacteria, acido bacteria, aceto bacteria, methano bacteria, other confidential anaerobic bacteria and contains decomposing enzymes and other microorganisms that can decompose water pollution loads. waste. The effectiveness of the addition of this Bio treatment consists of testing stages of BOD, COD, and TSS before and after processing. Waste treatment is put into an anaerobic reactor by adding 500mL/day of Bio treatment bacteria. The BOD, COD testing stages were carried out by titrimetric and gravimetric analysis. The results showed that the addition of this bio treatment bacteria gave a significant relationship to the results of the tofu liquid waste treatment. The effectiveness of BOD is 55%, the effectiveness of COD is 50%,.

Kata kunci: *Bacteria Bio treatment, Tofu liquid waste*

ABSTRAK

Bio treatment Waste adalah koloni bakteri probiotik aktif Lactobacillus, Thiobacillus, Pseudomonas, Nitrobacter Sp, Nitrosomonas Sp, bakteri hidrolisis, bakteri acido, bakteri aceto, bakteri methano, bakteri confidential anaerob lainnya serta mengandung enzim pengurai dan mikroorganisme lainnya yang dapat mengurai beban cemaran air limbah. Efektivitas penambahan Bio treatment ini terdiri dari tahap pengujian BOD, COD, dan TSS, sebelum dan sesudah pengolahan. Pengolahan limbah dimasukkan kedalam reaktor anaerobik dengan menambahkan bakteri Bio treatment 500mL/hari. Tahap pengujian BOD, COD dilakukan dengan analisis titrimetri dan gravimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Bakteri Bio treatment ini memberikan hubungan yang signifikan terhadap hasil pengolahan limbah cair tahu. Efektivitas BOD 55%, efektivitas COD 50%.

Kata kunci: *Bakteri Bio treatment; Limbah cair tahu*

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain dalam lingkungan hidup yang melewati baku mutu lingkungan akibat kegiatan manusia. Pencemaran habitat dan sumber daya alam yang tidak dapat terurai menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran meliputi pencemaran tanah (bisa berupa tumpahan minyak di tanah), pencemaran udara (dari asap pabrik, kendaraan, dan kebakaran hutan), dan pencemaran air (dari limbah pabrik atau industri yang dibuang ke sungai) (Hiv et al., 2021).

Menurut (Isa & Retnowati, 2013) Perkembangan dan pertumbuhan industri disamping memberikan kesejahteraan bagi masyarakat, juga menghasilkan limbah. Limbah Industri tahu merupakan industri kecil yang banyak tersebar di kota-kota besar dan juga di pedesaan. Tahu merupakan makanan padat yang dibuat dengan cara dicetak dari sari kedelai dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya, yaitu dalam kondisi dimana telah terbentuk gumpalan padatan protein yang sempurna pada suhu 50⁰C, dan cairan yang telah terpisah dari padatan protein tanpa atau dengan penambahan zat lain yang diizinkan antara lain, bahan pengawet dan bahan pewarna.

Limbah cair tahu mengandung begitu banyak senyawa organik yang jika dibuang ke perairan tanpa pengolahan apapun dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan atau mengganggu keseimbangan ekologis udara dan tanah serta menyebabkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan hasil analisis bahwa limbah cair tahu mengandung zat-zat karbohidrat, protein, lemak dan mengandung unsur hara yaitu nitrogen, posfor, kalium, kalsium, magnesium, dan besi.

Menurut (Munawaroh et al., 2013) dan (Direstiyani, 2016) Limbah cair tahu (Whey) mengandung banyak senyawa organik seperti protein 40-60%, karbohidrat 25-50%, dan lemak 10%. Pada air limbah tahu, biodegradasi senyawa organik kompleks disebut juga dengan destabilisasi. Hasil yang didapatkan

pada proses ini berupa asam lemak volatile, asam amino sederhana, seperti asam asetat, asam propionate, asam butirat glisin, leusin dan lain-lain.

Saat ini industri tahu di Kota Gorontalo belum memiliki manajemen pengelolaan limbah. Limbah dialirkan langsung perairan tanpa adanya pengolahan. Akibatnya hal tersebut menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, misalnya bau busuk dari degradasi sisa-sisa protein menjadi amoniak yang menyebar ke seluruh penjuru hingga mencapai radius beberapa kilometer. Air limbah yang dibuang di perairan secara langsung dapat mencemari sungai, saluran irigasi maupun air untuk keperluan yang lain.

Pengolahan air limbah industri tahu dapat berupa fisik, kimiawi atau biologis. Teknologi fisika – kimia atau pengolahan alternatif meliputi proses sedimentasi dan flokulasi koagulasi. Sedangkan proses biologis dapat berupa degradasi menggunakan bakteri baik secara aerob maupun anaerob dengan adanya pertumbuhan bakteri terikat atau tersuspensi (Slamet, 2017).

Pemberian bakteri pengurai limbah dapat menentukan laju proses dekomposisi, sehingga diperlukan konsentrasi yang tepat untuk membantu efektifitas proses dekomposisi. Saat ini, bakteri probiotik juga sedang dikomersialkan, misalnya di bidang pertanian, perikanan dan lingkungan. Bakteri probiotik dalam produk komersial juga dapat membantu mengatasi masalah pencemaran air limbah domestik dan industri, antara lain Biolet, Bioprisma, Starbact, Bio Treatment, Biotrent, Starbio Plus, Ecowaste, Biowaste, dan lain-lain (Hiv et al., 2021).

Salah satu produk bakteri pengurai limbah saat ini adalah *Bio treatment*. *Bio treatment* merupakan salah satu produk komersial berupa kultur gabungan beberapa mikroorganisme yang menguntungkan diantaranya, *Lactobacillus Sp*, *Thiobacillus Sp*, *Pseudomonas Sp*, Bakteri Hidrolisis, Bakteri *Acido*, Bakteri *Aceto*, Bakteri *Methano*, Bakteri Confidential Anaerob lainnya dan formulasi Nutrien Enzyme Organic dimana bakteri berperan dalam proses anaerob yang membantu biodegradasi senyawa organik. Proses degradasi dimulai dengan memecah senyawa organik kompleks (protein, karbohidrat, minyak/lemak) menjadi asam lemak rantai panjang, asam amino rantai pendek dan sejumlah kecil gas hidrogen. Selanjutnya, asam organik dan asam amino yang terbentuk selanjutnya diubah menjadi gas metana (CH_4), karbon dioksida dan sejumlah kecil H_2 , hidrogen sulfide (H_2S) dan nitrogen (Direstiyani, 2016).

Selain itu terdapat juga kelompok bakteri *Lactobacillus sp* yang dapat menghasilkan Pediocin yang berperan sebagai penghambat bakteri patogen sehingga menghambat pertumbuhan bakteri patogen, antara lain *Penutnapolery (Penityella pneumabae)*, penyakit Disybae (*Diseasella pneuma*), dan fermentasi bahan organik pada limbah pabrik. Tahu berubah menjadi asam laktat dan berfungsi untuk mempercepat penguraian bahan organik, dan bakteri *Actinomycetes* yang dapat menghasilkan bau tidak sedap yang menghilangkan zat yang dibuat dalam produksi zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotointetika (Hiv et al., 2021).

Dalam pengolahan limbah secara anaerob mikroorganisme menguraikan beberapa senyawa organik seperti protein, karbohidrat, serta lemak yang terdapat dalam limbah cair dan kemudian akan menghasilkan hasil samping berupa biogas dengan kandungan gas metana sekitar 50% -70%, gas CO_2 sekitar 25% - 45% dan sejumlah kecil nitrogen, hidrogen dan hidrogen sulfida. Melalui cara tersebut mikroorganisme mampu mengurangi kadar organik limbah yang cukup tinggi pada kondisi limbah sebelumnya (Sato et al., 2015).

Pengolahan anaerobic biofilter ditandai dengan tumbuhnya biofilm yang menempel pada biofilter. Biofilm ini merupakan biomassa yang tumbuh dalam anaerobic biofilter. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, jenis media biofilter menentukan keberhasilan proses pengolahan dalam anaerobic biofilter. Pertumbuhan biomassa pada biofilter dalam anaerobic biofilter merupakan indikasi dari keberhasilan proses adaptasi mikroorganisme terhadap limbah yang diolah (Radityaningrum & Kusuma, 2017).

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui efektifitas dari penambahan bakteri *Bio treatment* dalam menurunkan kadar BOD, COD dalam pengolahan limbah tahu.

METODE

A. Alat dan Bahan

Alat yang perlu dipersiapkan selama penelitian adalah akrilik, gelas ukur 10 mL, kran, botol sampel, gelas kimia 1000 mL, jerigen, pipa PVC, valve, tabung COD, buret 50 mL, Erlenmeyer 250 mL, pipet tetes, rak COD, penangas stirrer, labu pengencer 1000 dan 250 mL, pipet ukur 10 mL, botol winkler 125 dan 250 mL, kertas saring, desikator, cawan porselen, oven, neraca analitik.

Bahan yang digunakan selama penelitian adalah limbah cair tahu, bioball terbuat dari PVC, bubuk Bio Treatment bakteri probiotik starter anaerob nitrosomonas nitrobacter, larutan kalium dikromat K_2CrO_7 , $AgSO_4$, larutan standar FAS 0,0125 N, indikator feroin, larutan $MnSO_4$, larutan pereaksi oksigen, indikator amilum, larutan H_2SO_4 pekat, larutan

B. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik dan Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo (UNG). Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan bakteri Bio Treatment untuk mengolah limbah industri tahu. Parameter yang diuji sebelum dan sesudah eksperimen adalah BOD, COD, dan TSS.

Reaktor yang digunakan berskala laboratorium yang terbuat dari akrilik dengan media yang media bioballs yang terbuat dari bahan PVC. Berikut dimensi dari reaktor yang digunakan:

Unit reactor Anaerobic

Reaktor unit Anaerob sebagai berikut:

Dimensi Reaktor

Jumlah Kompartemen = 2 buah

Tinggi Reaktor = 40 cm

Freeboard = 5 cm

Lebar Reaktor = 26 cm

1. Seeding

Pada saat baru dipasang media plastic (bioball) pada reaktor belum ada mikroorganisme yang menempel pada permukaan media. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangbiakan mikroorganisme melekat pada media.

Proses *Seeding* dilakukan dengan cara menumbuhkan biofilm larutan *Bio treatment*. *Seeding* dilakukan dengan cara menambahkan larutan *Bio treatment* kedalam masing-masing reaktor. Semakin banyak *Bio treatment* yang ditambahkan maka semakin tinggi penurunan konsentrasi oleh mikroorganisme. Penambahan *Bio treatment* dilakukan setiap harinya dengan memasukkan 500 mL kedalam reaktor untuk hasil optimum serta menjaga pertumbuhan bakteri pengurai pada sistem pengolahan. Proses seeding dilakukan selama 7 hari dengan mengalirkan limbah secara *kontinu* dengan debit 23,4 liter/hari.

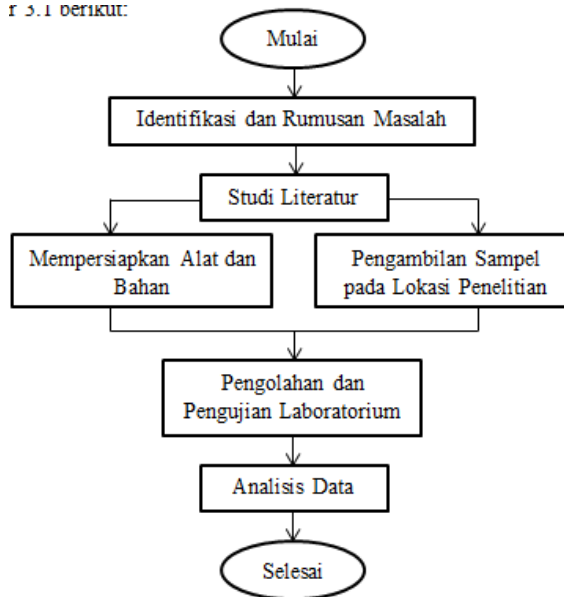
2. Aklimitasi

Kondisi dimana mikroorganisme beradaptasi dengan kondisi air limbah sehingga dapat hidup dalam kondisi yang direncanakan. Aklimitasi tercapai ditunjukkan dengan kondisi *steady state* mikroorganisme dalam pengolahan limbah infulen atau penurunan polutan organik limbah mencapai keadaan stabil.

Proses aklimatisasi yang telah selesai diindikasikan dengan pergantian limbah penampungan dengan limbah cair tahu telah mencapai 100 % dan efisiensi penyisihan COD pada saat aklimatisasi relatif stabil, maka pengoperasian secara kontinyu dapat dilakukan. Kemudian, menganalisa BOD, COD dan TSS dengan debit 23,4 liter/hari. Mulai dari hari yang paling rendah dan rasio resirkulasi paling kecil hingga hari yang semakin lama, sehingga rasio resirkulasi semakin besar.

Secara ringkas langkah-langkah penelitian dilakukan dengan mengikuti prosedur seperti bagan alir dibawah ini gambar 1 berikut:

r 3.1 berikut:



Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel dilakukan pada salah satu industri tahu tempe di Kelurahan Moodu. Industri ini memulai usahanya sejak tahun 2016 dan memiliki delapan orang pekerja. Industri ini memproduksi setiap hari, dimulai dari pukul 08.00-16.00 WITA.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas penambahan bakteri Bio Treatment dalam menurunkan kadar konsentrasi pada air limbah pabrik tahu. Penurunan konsentrasi organik ditunjukkan melalui removal konsentrasi COD, BOD₅ dan TSS sebagai uji parameter.

Tabel 1 Hasil Analisis Karakteristik Limbah Industri Tahu

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1. COD	mg/L	4550,4
2. BOD	mg/L	1947,56
3. TSS	mg/L	550

Tabel 1 menjelaskan bahwa kualitas awal limbah tahu sebelum dilakukan pengolahan limbah dengan menggunakan *Bio treatment*, dianalisis kadar awal pada parameter BOD, COD, TSS. Kemudian, diketahui bahwa Industri Tahu belum melakukan upaya pengolahan limbah dari produksi Tahu yang dihasilkan setiap harinya.

Proses *Seeding* dan Aklimitasi

Seeding dan aklimitasi merupakan tahapan yang sangat penting untuk keberlangsungan proses pengolahan limbah industri tahu. *Seeding* berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dengan menambahkan larutan Bio Treatment setiap hari. Pada proses *seeding* limbah dialirkan dengan debit 23,4 liter/hari. Pengoperasian *seeding* secara kontinu terjadi selama 7 hari. Setelah proses *seeding* secara kontinu selesai terjadi pertumbuhan mikroorganisme serta koloni bakteri yang telah terbentuk pada media *bioball* dalam reaktor, maka proses aklimitasi dapat dilakukan.

Selanjutnya proses aklimitasi, yaitu proses adaptasi mikroorganisme dengan kondisi air limbah sehingga dapat hidup dalam kondisi yang telah direncanakan. Aklimitasi dilakukan secara langsung sesuai

debitnya. Aklimatisasi tercapai jika kondisi *steady state* mikroorganisme dalam mengolah limbah influen atau penurunan polutan organik limbah mencapai kondisi stabil.

Timbulnya gelembung-gelembung udara pada sampel yang ditreatment menunjukkan bahwasanya sejumlah bakteri sedang melakukan aktivitas. Selain daripada timbulnya gelembung-gelembung udara, aktivitas bakteri juga dapat diketahui dari bau yang ditimbulkan. Bau-bau tersebut bersumber dari senyawa-senyawa gas yang dihasilkan seperti H₂S dan NH₃ yang menimbulkan bau busuk pada saat berlangsungnya aktivitas bakteri (Saragih & Eprilia, 2019).

Hasil Analisis Penurunan Konsentrasi Limbah

Dilakukan untuk mengetahui efektivitas penambahan bakteri Bio Treatment dalam menurunkan kadar konsentrasi pada air limbah pabrik tahu. Adanya penurunan konsentrasi organik ditunjukkan melalui removal konsentrasi COD, BOD₅ dan TSS sebagai parameter.

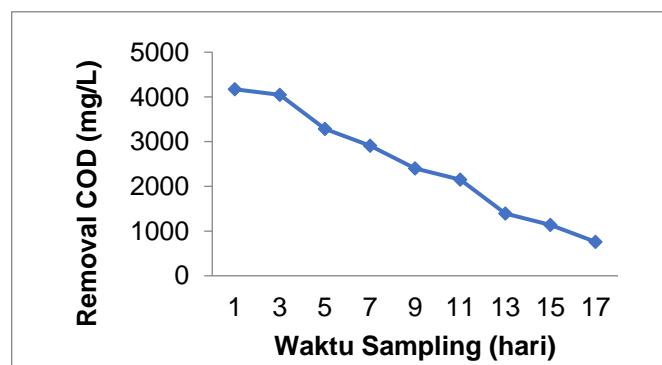
Hasil Analisis Parameter COD

Jumlah oksigen yang diperlukan sebagai pengurai seluruh bahan organik yang ada pada air atau disebut juga *Chemical Oxygen Demand* (COD). Penurunan kadar COD diakibatkan oleh penguraian mikroorganisme pada zat organik yang ada dalam limbah ketika kondisi anaerob yang mana, zat organik akan dirubah bentuk menjadi zat organik

Tabel 2 Pengukuran Parameter COD

No	Parameter Uji	Satuan	Sebelum Pengolahan	Sesudah Pengolahan
1.	COD	mg/L	4550,4	758,4

Berdasarkan data hasil uji laboratorium bahwa sebelum pengolahan limbah industri tahu memiliki konsentrasi 4550,4 mg/L. Setelah penambahan *Bio treatment*, konsentrasi limbah turun menjadi 758,4 mg/L. Hal ini bahwa *Bio treatment* efektif menurunkan kadar COD pada limbah industri tahu. Data pengukuran removal parameter COD pada reaktor terdapat pada gambar 2.



Gambar 2 Grafik Removal COD

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa *Bio treatment* memiliki efisiensi penurunan konsentrasi COD yang stabil. Efektivitas proses pengolahan limbah dengan menggunakan *Bio treatment* dapat dilihat pada perhitungan tingkat efisiensinya, seperti berikut.

$$\begin{aligned} \text{Efektifitas nilai COD} &= \frac{\text{Kadar COD Awal} - \text{Kadar COD Akhir}}{\text{Kadar COD Akhir}} \times 100\% \\ &= \frac{4550,4 \text{ mg/L} - 758,4 \text{ mg/L}}{758,4 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

Hasil Analisis Parameter BOD

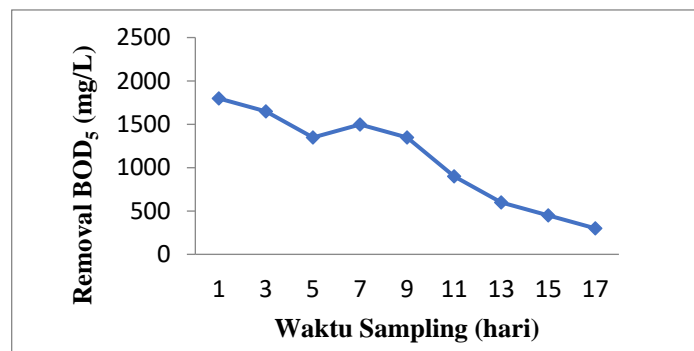
Hasil pengolahan membuktikan bahwa semakin lama waktu yang diperlukan dalam proses pengolahan reaktor *batch* maka zat organik yang didegradasi oleh mikroba semakin besar serta dapat menurunkan konsentrasi kadar BOD secara meningkat.

Pengukuran parameter BOD₅ menggunakan metode titrimetri yang diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3 Pengukuran Parameter BOD₅

No	Parameter Uji	Satuan	Sebelum Pengolahan	Sesudah Pengolahan
1.	BOD	mg/L	1947,56	299,62

Berdasarkan data hasil uji laboratorium bahwa sebelum pengolahan limbah industri tahu memiliki konsentrasi 1947,56 mg/L. Setelah penambahan *Bio treatment*, konsentrasi limbah turun menjadi 299,62 mg/L. Hal ini bahwa *Bio treatment* efektif menurunkan kadar BOD₅ pada limbah industri tahu. Data pengukuran removal parameter BOD₅ pada reaktor terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Removal BOD₅

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa *Bio treatment* memiliki efisiensi penurunan konsentrasi BOD₅ yang stabil. Efektivitas proses pengolahan limbah dengan menggunakan *Bio treatment* dapat dilihat pada perhitungan tingkat efisiensinya, seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Efektifitas nilai BOD} &= \frac{\text{Kadar BOD Awal} - \text{Kadar BOD Akhir}}{\text{Kadar BOD Akhir}} \times 100\% \\
 &= \frac{1947,56 \text{ mg/L} - 299,62 \text{ mg/L}}{299,62 \text{ mg/L}} \times 100\% \\
 &= 55\%
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan penambahan *Bio treatment* menggunakan reaktor anaerobik, bermediakan *bioball* memiliki penurunan kadar pencemar limbah cair tahu dengan tingkat efektivitas adalah sebagai berikut: BOD₅ (55%), COD (50%).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Direstiyani, L. C. (2016). *Kajian Kombinasi Anaerobic Baffled Reactor (ABR) - Anaerobik/Aerobic Biofiter (AF) Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2]. Fitri, H. M., Hadiwidodo, M., & Kholiq, M. A. (2016). Penurunan Kadar Cod, Bod, Dan Tss Pada Limbah Cair Industri Msg (Monosodium Glutamat) Dengan Biofilter Anaerob Media Bio-Ball. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–10. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- [3]. Hiv, K., Aids, D. A. N., & Rumah, D. I. (2021). *Program studi s1 kesehatan masyarakat fakultas*

- kesehatan masyarakat universitas sumatera utara 2021*. Universitas Sumatera Utara.
- [4]. Isa, I., & Retnowati, Y. (2013). *Pemanfaatan Berbagai Jenis Bakteri Dalam Proses Bioleaching Limbah Logam Berat*.
- [5]. Munawaroh, U., Sutisna, M., & Pharmawati, K. (2013). Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 1(2), 1–12.
- [6]. Radityaningrum, A. D., & Kusuma, M. N. (2017). Perbandingan Kinerja Media Biofilter Anaerobic Biofilter Dalam Penurunan Tss, Bod, Cod Pada Grey Water. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 3(2), 25–34. <https://doi.org/10.20527/jukung.v3i2.4024>
- [7]. Saragih, G., & Eprilia, S. (2019). Optimalisasi Penurunan Bod Menggunakan Bakteri Mesofilik Untuk Land Application Di Unit Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Ready Star*, 96–102.
- [8]. Sato, A., Utomo, P., & Abineri, H. S. B. (2015). Pengolahan Limbah Tahu secara Anaerobik-Aerobik Kontinyu. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 185–192.
- [9]. Slamet, A. W. P. dan A. (2017). Pengolahan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Kota Surabaya. *JURNAL TEKNIK ITS*, 6(2), 131–136.