



Kajian Penambahan Bakteri Probiotik Lokal Dengan Interval Waktu Inkubasi 8 Jam Terhadap Perubahan Kadar BOD dan COD Pada Air Buangan Industri Tahu

Budi Utomo¹, Koosdaryani Soeryodarundio², Hendy Sugiharto³

^{1,2,3} Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, Jawa Tengah 57126

Korespondensi penulis: budiutomo@staff.uns.ac.id

Abstract. Tofu has become one of the most popular foods among the people of Indonesia. This encourages the existence of a growing tofu manufacturing industry. However, the growth of this industry also results in a lot of waste being generated. If the waste is not treated properly, it can cause pollution because it contains very high BOD and COD levels. One of the ways that researchers do is by utilizing local probiotic bacteria to help reduce BOD and COD levels. Data analysis in this study is in the form of statistical analysis, where statistical data will be presented with graph/diagram methods that show the results of differences in BOD and COD values in Tofu Industry Wastewater before and after treatment. Based on the results of the study, there was a significant decrease in BOD and COD levels due to the addition of local probiotic bacteria. The efficiency of the largest decrease in BOD levels was 79.88% in the sample variation with a probiotic content of 75% when the incubation time interval was 32 hours. Meanwhile, the largest decrease in COD levels also occurred in the same sample variation with an efficiency of 74.76%.

Keywords: BOD Levels, COD Levels, Local Probiotic Bacteria, Tofu Industry Wastewater

Abstrak. Tahu telah menjadi salah satu makanan yang sangat terkenal bagi masyarakat Indonesia. Hal tersebut mendorong keberadaan industri pembuatan tahu yang semakin berkembang. Namun, dengan bertambahnya industri ini juga berakibat banyaknya limbah yang akan dihasilkan. Apabila limbah tersebut tidak diolah dengan baik, maka dapat menimbulkan pencemaran karena mengandung kadar BOD dan kadar COD yang sangat tinggi. Salah satu cara yang peneliti lakukan yaitu dengan memanfaatkan bakteri probiotik lokal dalam membantu menurunkan kadar BOD dan COD. Analisis data dalam penelitian ini berupa analisis statistika, dimana akan disajikan data statistik dengan metode grafik/diagram yang memperlihatkan hasil perbedaan nilai BOD dan COD pada Air Buangan Industri Tahu sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa terjadi penurunan kadar BOD dan COD yang cukup signifikan akibat penambahan bakteri probiotik lokal. Efisiensi penurunan kadar BOD terbesar yaitu 79,88% pada variasi sampel dengan kandungan probiotik sebesar 75% ketika interval waktu inkubasi ke - 32 jam. Sementara itu, penurunan terbesar kadar COD juga terjadi pada variasi sampel yang sama dengan efisiensi sebesar 74,76%.

Kata Kunci: Air Buangan Industri Tahu, Bakteri Probiotik Lokal, Kadar BOD, Kadar COD

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Salah satu sumber daya alam yang tumbuh subur dan dikenal hampir seluruh masyarakat Indonesia yaitu tanaman kedelai. Tanaman kedelai sendiri dapat diolah menjadi berbagai jenis olahan pangan, salah satunya yaitu pembuatan tahu. Hal tersebut mendorong adanya peluang kegiatan industri pembuatan tahu yang cukup menjanjikan. Industri ini tergolong sebagai usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai yaitu usaha dan/atau kegiatan yang memanfaatkan bahan baku utama kedelai yang tidak bisa digantikan dengan bahan lain (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2008).

Received: Mei 20 2024; Revised: Juni 28, 2024; Accepted: Juli 16, 2024; Online Available: Juli 19, 2024;

* Budi Utomo budiutomo@staff.uns.ac.id

Semakin banyak kegiatan industri yang dilakukan, maka akan semakin banyak limbah yang dihasilkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, air limbah adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang berwujud cair. Beberapa bahan yang kerap kali ditemukan pada air limbah yaitu senyawa yang mudah ataupun yang sulit terurai, logam berat, padatan tersuspensi, nutrien, senyawa organik yang mudah menguap, mikroba patogen, dan parasit (Waluyo, 2010).

Industri pembuatan tahu sendiri menghasilkan dua jenis limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair atau bisa disebut dengan Air Buangan Industri Tahu (ABIT). Limbah padat berasal dari kotoran hasil pembersihan kedelai atau biasa disebut sebagai ampas tahu. Sedangkan, limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses pencucian, perendaman, perebusan, penyaringan, pengepresan, dan pencetakan tahu (Samsudin dkk., 2018). Kandungan limbah padat tahu terdiri atas protein (23,35%), lemak (5,54%), karbohidrat (26,92%), abu (17,03%), serat kasar (16,53%), dan air (10,53%) (BAPEDAL, 1994). Sedangkan komposisi air limbah tahu sebagian besar terdiri dari air (99,9%) dan sisanya terdiri dari partikel-partikel padat terlarut (*dissolved solid*) dan tidak terlarut (*suspended solid*) sebesar 0,1%. Partikel-partikel padat dari zat organik ($\pm 70\%$) dan zat anorganik ($\pm 30\%$). Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam limbah cair industri tahu pada umumnya sangat tinggi, terdiri dari protein ($\pm 65\%$), karbohidrat ($\pm 25\%$), dan lemak ($\pm 25\%$) (Djabu, 1991). Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan air limbah industri tahu mengandung BOD, COD, dan TSS yang cukup tinggi (Husin, 2008).

Air Buangan Industri Tahu (ABIT) perlu diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan sebelum dibuang ke badan air. Hal ini disebabkan karena ABIT banyak mengandung polutan/zat organik yang sangat tinggi, diantaranya parameter BOD dan COD. BOD (*Biological Oxygen Demand*) menggambarkan kebutuhan oksigen untuk penguraian bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) (Mulia, 2005). Berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012, baku mutu kadar BOD untuk industri tahu yaitu 150 mg/lit. Menurut Mulia (2005), COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggambarkan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang tidak dapat didekomposisi

secara biologis (*non-biodegradable*). Berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012, baku mutu kadar COD untuk industri tahu yaitu 275 mg/l.

Pengolahan ABIT dapat dilakukan dengan penambahan bakteri probiotik. Bakteri probiotik mempunyai kemampuan untuk menyeimbangkan populasi mikroba, mendorong pertumbuhan, serta meningkatkan kualitas air dengan mengurangi patogenisitas (Wang et al., 2008). Salah satu bakteri probiotik yang dapat digunakan adalah probiotik lokal yang bisa diartikan sebagai sekumpulan mikroorganisme yang umum dibudidayakan masyarakat. Probiotik ini mengandung *Azotobacter sp*, *Lactobacillus sp*, ragi, bakteri *photosynthetic* yang berfungsi dalam mendekomposisi senyawa-senyawa organik. Selain itu, ada juga bakteri probiotik komersial yang berguna untuk mengatasi permasalahan pencemaran oleh limbah domestik maupun industri. Probiotik ini memiliki kandungan mikroorganisme fermentasi yang sangat banyak, yaitu sekitar 80 genus. Dari sekian banyak mikroorganisme, terdapat lima golongan pokok pada probiotik jenis ini yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Saccharomyces sp*, jamur fermentasi, dan *Actinomycetes sp*.

2. KAJIAN TEORITIS

Menurut Kiky Amalia Rizky (2013), dalam penelitiannya disimpulkan bahwa terjadi penurunan BOD dengan penambahan probiotik produk komersial pada limbah cair tahu masing-masing sebesar 55,43%, 60,93%, dan 67,41%. Rata-rata BOD setelah diberi perlakuan masing-masing yaitu 112,75 mg/l, 98,82 mg/l, dan 82,44 mg/l. Kadar BOD setelah perlakuan mengalami penurunan hingga di bawah baku mutu yaitu 150 mg/l. Selain itu, penelitian oleh Deffy et al. (2020) diperoleh bahwa adanya penambahan larutan EM4 dengan konsentrasi 1/20 dan 1/10 pada pengolahan limbah cair tahu menggunakan sistem anaerob-aerob secara kontinyu dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS. Penurunan kadar masing-masing parameter paling besar terjadi pada hari ke-8 dengan efisiensi penyisihan secara berturut-turut, yaitu 48,98%; 62,10%; dan 43,59%. Menurut Rahadi, dkk (2018), dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pengolahan dengan kombinasi sistem anaerob-aerob dapat menurunkan kadar BOD₅, COD, dan TSS pada limbah industri tahu. Efisiensi terbesar terjadi selama waktu tinggal hidrolisis 9 jam. Pada waktu tinggal tersebut, kadar BOD₅, COD, dan TSS mengalami penurunan secara berturut-turut, yaitu 93,59%; 91,49%; dan 93,42%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Karina Izza Az Zahroh (2023), ditunjukkan bahwa adanya pengaruh pemberian bakteri probiotik komersial dengan interval waktu inkubasi 8 jam dalam membantu menaikkan kadar DO dan menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu. Peningkatan terbesar kadar DO yaitu 1,25 mg/lit, sedangkan kadar BOD dan COD menurun paling besar secara berturut-turut yaitu 179,47 mg/lit dan 83,42 mg/lit. Hasil penelitian oleh Levita Chrisnelta Lomban (2023) menunjukkan bahwa bakteri probiotik lokal mampu meningkatkan kadar DO maupun menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu. Dalam penelitiannya, didapatkan bahwa kadar BOD dan COD sudah memenuhi baku mutu, dengan nilai secara berturut-turut yaitu 97,34 mg/lit dan 49,30 mg/lit. Limbah cair tahu dapat diolah menjadi pupuk organik dengan memanfaatkan bakteri EM 4 dan *treatment* plasma ozonasi berdasarkan penelitian oleh Zuhaela et al. (2021). Dalam penelitiannya, proses ozonasi dilakukan dengan tujuan mengurangi kadar bau dan menguraikan polutan-polutan organik yang ada.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan bakteri probiotik produk lokal untuk ditambahkan pada ABIT. Sampel akan dibuat menggunakan beberapa perbandingan volume antara bakteri probiotik dengan ABIT dalam interval waktu yang telah ditentukan. Analisis data dalam penelitian ini adalah analisis statistika yang terdiri dari perencanaan, pengumpulan data, penyajian data, analisis data, dan pengambilan kesimpulan dengan melakukan observasi di laboratorium. Penyajian data yang digunakan adalah data statistik dengan metode grafik/diagram yang dapat memperlihatkan hasil perbedaan kadar BOD dan COD pada ABIT sebelum dan sesudah diberi bakteri probiotik. Diharapkan dengan adanya penambahan bakteri probiotik pada ABIT dapat meningkatkan kandungan oksigen yang sudah ada serta mengurangi kadar BOD dan COD yang terkandung pada air buangan tersebut sehingga dapat memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi, Durasi, dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Lingkungan dan Penyehatan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kadar BOD 0 hari; BOD 5 hari; dan COD. Penelitian untuk menguji seluruh variasi sampel yang ada dilakukan selama kurang lebih dua minggu. Sampel yang

digunakan untuk penelitian ini diambil di salah satu industri pembuatan tahu yang berada di Jl. Mr. Sartono, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta.

3.2 Jumlah Sampel Penelitian

Variasi perbandingan antara ABIT dengan probiotik lokal yang digunakan yaitu 1 : 0, 1 : 1, 1 : 2, dan 1 : 3 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Pengamatan dilakukan pada setiap selang waktu 0 jam; 8 jam; 16 jam; 24 jam; dan 32 jam. Pengujian BOD dan COD dilakukan dalam tiga kondisi, yaitu ABIT murni, ABIT yang telah dinetralkan, dan ABIT yang telah dinetralkan ditambah dengan probiotik produk lokal.

Tabel 3.1. Jumlah Sampel dalam Pengujian BOD dan COD

Variasi	BOD 0 Hari, WI (jam)					BOD 5 Hari, WI (jam)					COD, WI (jam)				
	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32
ABIT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ABITN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ABITN-PL 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ABITN-PL 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ABITN-PL 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sumber: Penyusun (2024)

Keterangan :

ABIT : Air Buangan Industri Tahu Murni

ABITN : Air Buangan Industri Tahu Netral

ABITN-PL 1 : Perbandingan 1 : 1 ABIT Netral dengan Probiotik Lokal

ABITN-PL 2 : Perbandingan 1 : 2 ABIT Netral dengan Probiotik Lokal

ABITN-PL 3 : Perbandingan 1 : 3 ABIT Netral dengan Probiotik Lokal

WI : Waktu Inkubasi

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam pengujian kadar COD, diantaranya gelas ukur, erlenmeyer, pipet tetes, titrator/buret, dan kompor. Sementara bahan yang digunakan dalam pengujian COD, yaitu ABIT, bakteri probiotik lokal, batu kapur, *aquades*, H₂SO₄ 4 N, KMnO₄ 0,01 N, dan asam oksalat 0,01 N. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian kadar BOD, diantaranya BOD meter, aerator, botol oksigen, gelas ukur, gelas beker, pipet tetes, dan pengaduk. Sedangkan, bahan yang digunakan dalam pengujian BOD, antara lain ABIT, bakteri probiotik lokal, batu kapur, *aquades*, larutan *buffer phospat*, CaCl₂, MgSO₄, dan FeCl₃.

3.4 Prosedur Penelitian

1. Tahapan Persiapan Penelitian

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- b. Mencampurkan ABIT dengan batu kapur hingga mencapai pH netral.
- c. Mencampurkan ABIT netral dengan probiotik lokal dengan perbandingan sebagai berikut :
 - 1) Perbandingan 1 : 1, yaitu 450 ml ABIT + 450 ml probiotik lokal
 - 2) Perbandingan 1 : 2, yaitu 300 ml ABIT + 600 ml probiotik lokal
 - 3) Perbandingan 1 : 3, yaitu 225 ml ABIT + 675 ml probiotik lokal
- d. Memasukkan setiap variasi sampel ke dalam wadah tertentu dan dihindarkan dari sinar matahari langsung.

2. Tahap Pengujian

a. Pemeriksaan Kadar COD

- 1) Mengambil 25 ml masing-masing sampel dan diencerkan menjadi 100 ml menggunakan *aquades* di dalam erlenmeyer.
- 2) Menambahkan 10 ml H₂SO₄ 4 N dan 3 – 5 tetes KMnO₄ 0,01 N hingga berubah warna menjadi merah muda stabil selama 2 menit.
- 3) Memanaskan larutan dan pada saat tepat mendidih ditambahkan 10 ml KMnO₄ 0,01 N, lalu dilanjutkan pemanasan lagi selama 10 menit.
- 4) Menambahkan 10 ml asam oksalat 0,01 N hingga menjadi tak berwarna.
- 5) Melakukan titrasi menggunakan KMnO₄ 0,01 N hingga timbul warna merah muda.
- 6) Mencatat hasil titrasi yang didapat.

b. Pemeriksaan Kadar BOD

- 1) Menuangkan 1 liter *aquades* ke dalam gelas beker sebagai larutan pengencer.
- 2) Menambahkan masing-masing 1 ml larutan *buffer phospat*, CaCl₂, MgSO₄, dan FeCl₃ ke dalam *aquades*.
- 3) Melakukan aerasi selama 30 menit.
- 4) Mengencerkan ABIT dengan larutan pengencer sesuai dengan angka permanganat yang didapat.
- 5) Menuangkan campuran tersebut ke dalam dua buah botol oksigen hingga penuh.
- 6) Melakukan analisis oksigen terlarut pada botol 1.

- 7) Botol 2 disimpan dalam inkubator (20°C) dan kemudian dianalisis oksigen terlarut setelah lima hari.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kadar COD

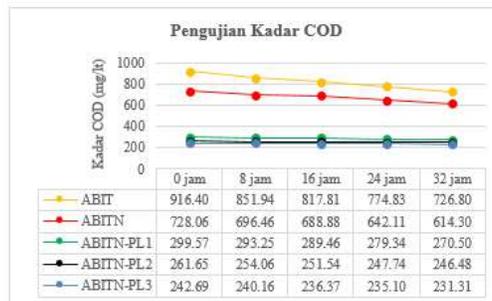
Pengujian kadar COD bertujuan untuk mengetahui kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi semua zat-zat organik (*biodegradable* dan *non-biodegradable*) secara kimiawi. Pengujian ini dilakukan pada tiga kondisi, diantaranya ABIT murni, ABIT netral, dan campuran antara ABIT netral dengan probiotik produk lokal. Data hasil pengujian kadar COD dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kadar COD

Variasi	Hasil Titrasi (mg/l), WI (jam)					Angka Permanganat (mg/l), WI (jam)				
	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32
ABIT	72,5	67,4	64,7	61,3	57,5	916,40	851,94	817,81	774,83	726,80
ABITN	57,6	55,1	54,5	50,8	48,6	728,06	696,46	688,88	642,11	614,30
ABITN-PL 1	23,7	23,2	22,9	22,1	21,4	299,57	293,25	289,46	279,34	270,50
ABITN-PL 2	20,7	20,1	19,9	19,6	19,5	261,65	254,06	251,54	247,74	246,48
ABITN-PL 3	19,2	19,0	18,7	18,6	18,3	242,69	240,16	236,37	235,10	231,31

Sumber: Penyusun (2024)

Berdasarkan pada Tabel 2, dapat dibuat suatu grafik perubahan kadar COD yang dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, ditunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar COD pada keseluruhan variasi sampel seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Pada awal pengujian sampel ABIT, didapatkan kadar COD paling tinggi yaitu 916,40 mg/l, kemudian mengalami penurunan setelah diinkubasi. Proses penetralan juga turut mampu mengurangi kadar COD. Kadar COD paling rendah terjadi pada sampel ABITN-PL 3 (32 jam), dengan nilai 231,31 mg/l atau menurun sebesar 74,76% dari sebelum diberi perlakuan.



Sumber: Penyusun (2024)

Gambar 4.1. Grafik Perubahan Kadar COD

4.2 Pengujian Kadar BOD

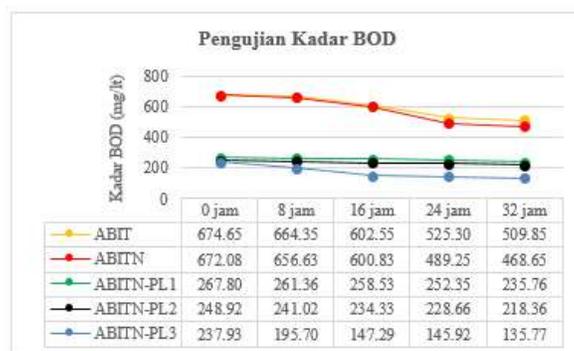
Pengujian kadar BOD bertujuan untuk mengetahui kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi semua zat-zat organik yang terlarut maupun sebagai tersuspensi menjadi bentuk yang lebih sederhana. Pengujian ini dilakukan pada tiga kondisi, diantaranya ABIT murni, ABIT netral, dan campuran antara ABIT netral dengan probiotik produk lokal. Data hasil pengujian kadar COD dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kadar BOD

Variasi	BOD 0 Hari (mg/l), WI (jam)					BOD 5 Hari (mg/l), WI (jam)					Kadar BOD (mg/l), WI (jam)				
	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32
ABIT	1,53	2,76	2,42	2,20	2,09	0,22	0,18	0,08	0,16	0,11	674,65	664,35	602,55	525,30	509,85
ABITN	2,80	2,67	1,98	2,05	1,92	0,19	0,12	0,23	0,15	0,10	672,08	656,63	600,83	489,25	468,65
ABITN-PL 1	1,96	2,14	2,59	2,60	2,17	0,14	0,11	0,08	0,15	0,11	267,80	261,36	258,53	252,35	235,76
ABITN-PL 2	1,58	2,47	1,98	2,31	2,25	0,13	0,13	0,16	0,09	0,13	248,92	241,02	234,33	228,66	218,36
ABITN-PL 3	2,56	1,84	1,60	1,85	1,62	0,25	0,13	0,17	0,15	0,17	237,93	195,70	147,29	145,92	135,77

Sumber: Penyusun (2024)

Berdasarkan pada Tabel 3, dapat dibuat suatu grafik perubahan kadar BOD yang dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, ditunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar BOD pada keseluruhan variasi sampel seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Pada awal pengujian sampel ABIT, didapatkan kadar BOD paling tinggi yaitu 674,65 mg/l, kemudian mengalami penurunan setelah diinkubasi. Proses penetralan juga turut mampu mengurangi kadar BOD. Pada sampel ABITN-PL 3 (32 jam) inilah didapatkan kadar BOD paling rendah dengan nilai 135,77 mg/l atau menurun sebesar 79,88% dari sebelum diberi perlakuan.



Sumber: Penyusun (2024)

Gambar 4.2. Grafik Perubahan Kadar BOD

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Adanya pengaruh akibat penambahan bakteri probiotik produk lokal ke dalam ABIT. Pada hasil pengamatan, terjadi penurunan yang cukup signifikan baik pada kadar COD maupun BOD. Efisiensi penurunan terbesar kadar COD terjadi pada sampel ABITN-PL 3 setelah diinkubasi selama 32 jam yaitu sebesar 74,76% dari sebelum diberi perlakuan atau menurun dari 916,40 mg/lit menjadi 231,31 mg/lit. Di samping itu, efisiensi penurunan terbesar kadar BOD juga terjadi pada sampel ABITN-PL 3 setelah diinkubasi selama 32 jam yaitu sebesar 79,88% dari sebelum diberi perlakuan atau menurun dari 674,65 mg/lit menjadi 135,77 mg/lit. Berdasarkan hasil pengujian COD, diperoleh bahwa yang sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan yaitu berada di bawah 275 mg/lit terjadi pada sampel ABIT netral dengan kandungan probiotik lokal sebesar 50% dan 75% pada setiap interval waktu inkubasi dan juga terjadi pada sampel ABITN-PL 1 hanya pada interval waktu inkubasi yang ke - 32 jam. Sedangkan, pada hasil pengujian BOD, diperoleh bahwa yang sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan yaitu di bawah 150 mg/lit terjadi hanya pada sampel dengan perbandingan 1:3 antara ABIT netral dengan probiotik lokal pada saat interval inkubasi ke - 16 jam, 24 jam, dan 32 jam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempertimbangkan variasi sampel pengujian dan lamanya waktu inkubasi untuk mendapatkan efek yang lebih signifikan pada hasil akhir.

6. DAFTAR REFERENSI

- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL). (1994). *Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia: Sumber Pengendalian dan Baku Mutu*. Jakarta: BAPEDAL.
- Deffy, T., Nilandita, W., & Munfarida, I. (2020). Bioremediation of Tofu Industrial Wastewater Using Anaerobic-Aerobic Solution of EM4. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(3), 233-241. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i3.233-241>
- Djabu, U. (1991). *Pedoman Bidang Studi Pembuangan Tinja dan Air Limbah pada Sanitasi Lingkungan*. Jakarta: Depkes RI Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan.
- Husin, A. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed* (Tesis). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Lomban, L. C. (2023). *Studi Pengaruh Pemberian Probiotik Produk Lokal Terhadap Kadar DO, COD, dan BOD pada Air Limbah Tahu* (Skripsi). Surakarta: Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Mulia, R. (2005). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Rahadi, B., Wirosedarmo, R., & Harera, A. (2018). Sistem Anaerobik-Aerobik pada Pengolahan Limbah Industri Tahu untuk Menurunkan Kadar BOD₅, COD, dan TSS. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 5(1), 17-26. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2018.005.01.3>

Rizky, K. A. (2013). Pengaruh Penambahan EM-4 (Effective Microorganism-4) Terhadap Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Tahu. Hal. 3.

Samsudin, W., Selomo, M., & Natsir, M. F. (2018). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Effective Mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2).

Waluyo, L. (2010). *Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.

Wang, Y.-B., Li, J.-R., & Lin, J. (2008). Probiotics in Aquaculture: Challenges and Outlook. *Aquaculture*, 281(1-4), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.002>

Zahroh, K. I. A. (2023). Pengaruh Pemberian Probiotik Produk Komersial terhadap Kadar DO, BOD, dan COD pada Air Limbah Tahu (Skripsi). Surakarta: Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

Zuhaela, I. A., Cahyani, M. R., Saraswati, T. E., Raharjo, S. B., Pramono, E., Wahyuningsih, S., Lestari, W. W., & Widjonarko, D. M. (2021). Penguraian Limbah Tahu Menggunakan Bakteri dan Plasma Ozonasi. *Proceeding of Chemistry Conferences*, 6, 22. ISSN 2541-108X. Universitas Sebelas Maret. <https://doi.org/10.20961/pcc.6.0.55085.22-26>