Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v12i1.75172
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 12, No 1 (2024): Juni

PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK PRODUK KOMERSIAL TERHADAP KADAR DO, BOD, DAN COD PADA AIR LIMBAH TAHU

Karina Izza Az Zahroh[1)], Budi Utomo[2)], Koosdaryani Soeryodarundio[3)]
[1)] Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret
[2) & 3)] Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Telp. 0271-634524. Email : budiutomo@staff.uns.ac.id

Abstract
The existence of quite a lot of tofu industry is actually inseparable from the risk of environmental pollution due to waste being dumped directly into waterways. Tofu wastewater needs to be treated first to meet the set quality standards before being discharged into the environment because it contains organic pollutants that can damage water. In this study, researchers used commercial probiotic products to reduce BOD and COD levels and increase DO levels in tofu wastewater. Data analysis in this study is statistical analysis by observing in the laboratory. The presentation of the data used is statistical data with a graphical method that can show the results of differences in wastewater before and after being given probiotics. The results showed that changes occurred when commercial probiotics were added to tofu wastewater. The results of the DO test showed that the ALT mixed with probiotics increased to 1.03 mg/lt at a ratio of 1:3 in 8 hours. The same results were also obtained from ALT-N which increased by 1.25 mg/lt in a ratio of 1:3 at 8 hours. In the COD and BOD tests, the levels dropped to 83.42 mg/lt and 179.47 mg/lt for ALT-N. The results showed that commercial probiotics added to tofu wastewater were able to reduce BOD and COD levels and increase DO levels.

Keywords: *BOD levels, COD levels, commercial probiotics, DO levels, tofu wastewater*

Abstrak
Keberadaan industri tahu yang cukup banyak sejatinya tidak terlepas dari risiko pencemaran lingkungan dikarenakan adanya limbah yang dibuang langsung ke badan air. Air limbah tahu perlu diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan sebelum dibuang ke lingkungan dikarenakan mengandung polutan organik yang dapat merusak air. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan probiotik produk komersial untuk menurunkan kadar BOD dan COD serta menaikkan kadar DO pada air limbah tahu. Analisis data dalam penelitian ini adalah analisis statistika dengan melakukan observasi di laboratorium. Penyajian data yang digunakan adalah data statistik dengan metode grafik yang dapat memperlihatkan hasil perbedaan air limbah tahu sebelum dan setelah diberi probiotik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan ketika ditambahkan probiotik komersial ke dalam air limbah tahu. Hasil pengujian DO menunjukkan pada ALT yang dicampurkan probiotik naik menjadi 1,03 mg/lt pada perbandingan 1:3 di waktu 8 jam. Hasil yang sama juga didapat dari ALT-N naik sebesar 1,25 mg/lt di perbandingan 1:3 saat 8 jam. Pada pengujian COD dan BOD kadarnya turun menjadi 83,42 mg/lt dan 179,47 mg/lt untuk ALT-N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa probiotik komersial yang ditambahkan pada air limbah tahu mampu menurunkan kadar BOD dan COD serta menaikkan kadar DO.

Kata Kunci : air limbah tahu, kadar BOD, kadar COD, kadar DO, probiotik komersial

PENDAHULUAN

Saat ini keberadaan industri kecil dan menengah memberikan andil yang besar bagi peningkatan pendapatan penduduk Indonesia. Salah satu dari industri yang semakin banyak di Indonesia adalah industri pembuatan tahu. Keberadaan industri tahu yang semakin banyak membuat risiko pencemaran lingkungan semakin besar (Rahmalia dkk., 2021; Zalfain dkk., 2024). Industri pembuatan tahu menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Industri tahu biasanya dikelola secara pribadi dan masuk ke dalam industri rumahan atau industri rumah tangga sehingga untuk melakukan pengolahan air limbah tahu membutuhkan biaya operasional yang besar.

Air limbah industri tahu perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena banyak mengandung polutan organik yang dapat merusak air (Satyanarayan dkk., 2004; Seroja dkk., 2018). Air limbah tahu juga mengandung bahan organik yang sangat tinggi diantaranya parameter BOD dan COD (Khomarisah dkk., 2021; Karnanta dkk., 2021). Jika limbah yang mengandung polutan organik tersebut langsung dibuang ke badan air maka akan memberikan berbagai dampak negatif antara lain, pencemaran air, bau tidak sedap, dan sumber penyakit (Putro dkk., 2021; Hartini dkk., 2021).

Pengolahan air limbah tahu dapat dilakukan dengan penambahan probiotik yang mengandung mikroorganisme yang berfungsi untuk merombak kandungan organik maupun zat yang ada pada limbah (Permana dan Djaenudin 2019; Asano dkk., 2021; El-Kady dkk., 2022). Mikroorganisme ini biasa juga disebut dengan probiotik yang digunakan pada proses pengolahan yaitu jenis probiotik produk komersial. Probiotik ini dipasarkan di toko bahan

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v12i1.75172
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 12, No 1 (2024): Juni

pertanian sehingga disebut probiotik produk komersial. Pada penelitian ini probiotik produk komersial ditambahkan ke dalam air limbah tahu dengan perbandingan tertentu kemudian dilakukan pengamatan pada kurun waktu yang telah ditentukan. Diharapkan dengan adanya penambahan probiotik pada air limbah tahu dapat meningkatkan kandungan oksigen yang sudah ada serta mengurangi kadar BOD dan COD yang terkandung pada limbah sehingga nantinya dapat meminimalisir pencemaran pada air.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen murni (*true experiment*) dimana peneliti dapat mengontrol seluruh variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen sehingga validitas internal (kualitas perencanaan penelitian) dapat menjadi tinggi. 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 yang dapat memperlihatkan hasil perbedaan air limbah tahu sebelum dan setelah diberi probiotik. Pengambilan sampel air limbah tahu berlokasi di Desa Krajan RT 03 RW O3, Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta.

Percobaan dilakukan dengan 3 macam perlakuan yang dilakukan dalam 2 hari untuk menguji BOD 0 hari, COD dan DO ditambah dengan 5 hari setelahnya untuk mendapatkan hasil BOD 5 hari. Perbandingan yang digunakan yakni perbandingan 1:1, 1:2 dan 1:3. Probiotik produk komersial dicampurkan dengan air air limbah tahu kemudian didiamkan pada selang waktu 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Pada selang waktu tersebut dilakukan pengamatan dan pengujian DO. Pengujian COD dan BOD dilakukan dengan 2 kondisi yaitu air limbah tahu yang telah dinetralkan (ALT-N) dan air limbah tahu yang telah dinetralkan (ALT-N) ditambah dengan probiotik produk komersial. Lalu, untuk pengujian DO dilakukan pada 4 kondisi yaitu air limbah tahu alami (ALT), campuran air limbah tahu alami (ALT) dengan probiotik, air limbah tahu yang telah dinetralkan dan campuran air limbah tahu yang telah dinetralkan (ALT-N) dengan probiotik.

Penentuan nilai DO pada percobaan ini menggunakan alat DO meter. Dimana sampel bisa diukur secara otomatis dengan alat tersebut. Penentuan nilai COD menggunakan titrasi metode permanganometri. Masing-masing sampel diambil sebanyak 25 mg/lt dan diencerkan menjadi 100 mg/lt dengan aquades di dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 10 mg/lt asam sulfat dan 3-5 tetes KMnO4 sampai terjadi perubahan warna yang stabil. Larutan dipanaskan dan saat tepat mendidih ditambahkan 10 mg/lt KMnO4. Pemanasan dilanjutkan 10 menit kemudian larutan asam oksalat ditambahkan sebanyak 10 mg/lt. Langkah terakhir untuk menentukan kadar COD yaitu melakukan titrasi dengan menggunakan larutan KMnO4 hingga warnanya berubah menjadi coklat terang. Untuk percobaan BOD metode yang digunakan mengacu pada APHA 5210 B-2017 dengan menggunakan alat DO meter. Percobaan dimulai dengan membuat larutan pengencer yaitu dengan memasukkan aquades yang sudah ditambah air sampel disesuaikan dengan angka permanganat pada pengujian COD. Kemudian ditambahkan ke dalam air suling tersebut masing-masing 1 mg/lt larutan buffer phospat, CaCl2, MgSO4 dan FeCl3, lalu mengaduknya agar larutan homogen. Memasukkan larutan ke dalam botol inkubasi yang bervolume ± 100 mg/lt sampai penuh. Langkah terakhir yaitu melakukan pengujian dengan menggunakan DO meter untuk BOD 0 hari. Pengecekan BOD 5 hari dilakukan setelah memasukkan semua sampel larutan ke dalam inkubator selama 5 hari kemudian dicek kembali menggunakan alat DO meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kadar DO

Analisis kadar DO bertujuan untuk mengetahui perubahan kadar oksigen terlarut pada 2 kondisi yaitu ALT yang dicampur dengan beberapa perbandingan probiotik serta ALT-N yang ditambah dengan campuran probiotik dengan perbandingan 1:1, 1:2, dan 1:3. Kemudian dilakukan pengamatan setiap dua jam sekali yaitu saat 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. dan Tabel 2. berikut ini.

Tabel 1. Perubahan Kadar DO pada ALT

No.	Variasi	DO ALT (jam)				
		0	2	4	6	8
1.	ALT	0,69	0,47	0,44	0,69	0,34
2.	ALTP 1	0,20	0,46	0,52	0,68	0,74
3.	ALTP 2	0,62	0,63	0,65	0,66	0,76
4.	ALTP 3	0,49	0,82	0,85	0,97	1,03

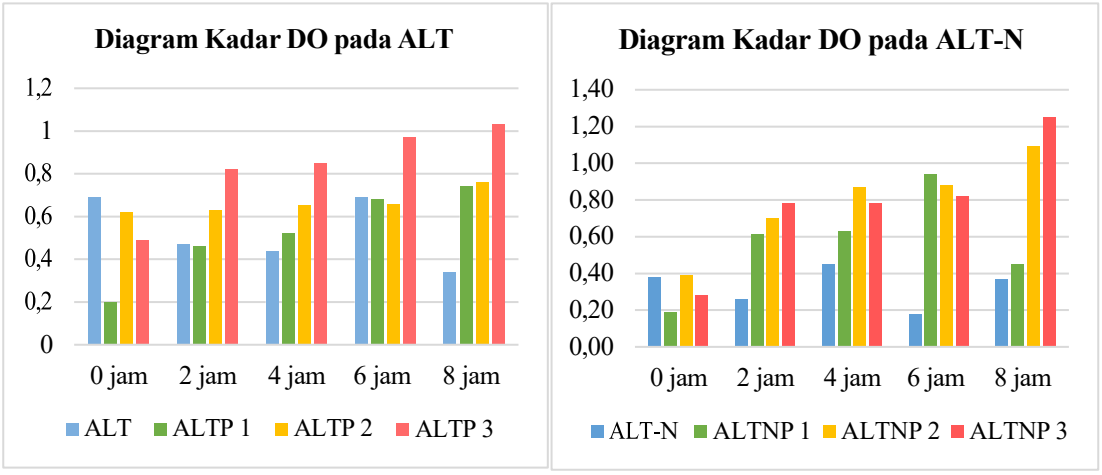
Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v12i1.75172
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 12, No 1 (2024): Juni

Tabel 2. Perubahan Kadar DO pada ALT-N

No	Variasi	DO ALT-N (jam)				
		0	2	4	6	8
1	ALT-N	0,38	0,26	0,45	0,18	0,37
2	ALTNP 1	0,19	0,61	0,63	0,94	0,45
3	ALTNP 2	0,39	0,70	0,87	0,88	1,09
4	ALTNP 3	0,28	0,78	0,78	0,82	1,25

Keterangan:
ALT = Air Limbah Tahu tanpa Dinetralkan Non-Probiotik
ALTP 1 = Air Limbah Tahu dan Probiotik dengan Perbandingan 1:1
ALTP 2 = Air Limbah Tahu dan Probiotik dengan Perbandingan 1:2
ALTP 3 = Air Limbah Tahu dan Probiotik dengan Perbandingan 1:3
ALT-N = Air Limbah Tahu yang Dinetralkan Non-Probiotik
ALTNP 1 = Air Limbah Tahu yang Dinetralkan dan Probiotik dengan Perbandingan 1:1
ALTNP 2 = Air Limbah Tahu yang Dinetralkan dan Probiotik dengan Perbandingan 1:2
ALTNP 3 = Air Limbah Tahu yang Dinetralkan dan Probiotik dengan Perbandingan 1:3

Hasil pengujian DO dengan 2 variasi yaitu menggunakan ALT dan ALT-N sama-sama mengalami perubahan ketika diberikan campuran probiotik dengan perbandingan berbeda. Pada variasi ALT dengan probiotik mengalami kenaikan secara berkala mulai dari perbandingan 1:1, 1:2, dan 1:3. Di setiap kurun waktunya kadar DO terlihat terus naik urut dari perbandingan 1:1 hingga 1:3 dari 0 jam hingga 8 jamnya. Kenaikan kadar DO tertinggi terdapat pada perbandingan 1:3 di waktu 8 jam yaitu sebesar 1,03 mg/lt.
Hasil berbeda terlihat dari variasi kedua yaitu dengan menggunakan ALT-N pada Gambar 1. di bawah ini ditampilkan diagram perbandingan kadar DO pada ALT dan ALT-N. Terlihat bahwa terjadi peningkatan kadar DO secara berkala mulai dari perbandingan 1:1 hingga 1:3 di setiap kurun waktunya. Namun pada perbandingan 1:1 terjadi penurunan signifikan kadar DO pada kurun waktu ke-8 jam yaitu menjadi 0,45 mg/lt dari sebelumnya pada waktu 6 jam sebesar 0,94 mg/lt. Kenaikan kadar DO tertinggi terdapat pada perbandingan 1:3 saat waktu 8 jam yaitu sebesar 1,25 mg/lt.



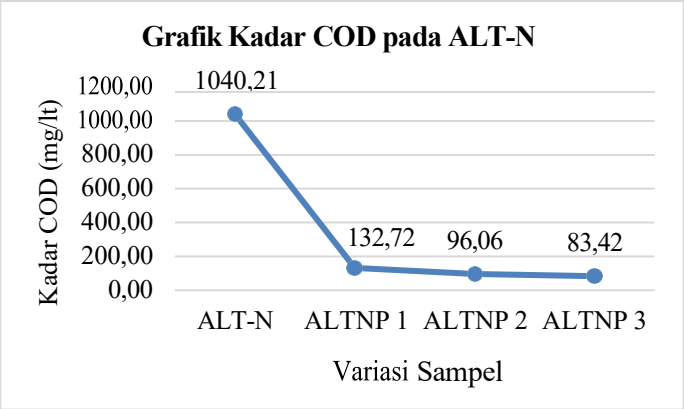
Gambar 1. Diagram Perbandingan Kadar DO pada ALT dan ALT-N

Secara keseluruhan terjadi peningkatan kadar DO secara berkala pada kedua variasi. Namun, hal berbeda terjadi pada variasi ALT-N yaitu terjadi penurunan pada perbandingan 1:1 saat waktu 8 jam. Hal ini dikarenakan pengujian hanya dilakukan dalam kurun waktu 8 jam sehingga data pada kurun waktu setelahnya tidak didapatkan dan tidak bisa dibandingkan dengan data sebelumnya. Bakteri pada air limbah tahu bisa mengalami proses adaptasi sehingga melakukan inkubasi dan mengalami penurunan oksigen secara drastis di beberapa kurun waktu. Pada kasus ini terjadi pada perbandingan probiotik dan ALT-N 1:1 di kurun waktu 8 jam.

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v12i1.75172
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 12, No 1 (2024): Juni

Analisis Kadar COD

Analisis kadar COD bertujuan untuk mengetahui kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh air limbah uktuk mengoksidasi zat-zat organik dan anorganik secara kimiawi. Perbedaan kadar oksigen dilakukan pada 2 kondisi yaitu ALT-N dan campuran ALT-N dengan probiotik. Data hasil percobaan kadar COD dapat dilihat pada Gambar 2. berikut ini.

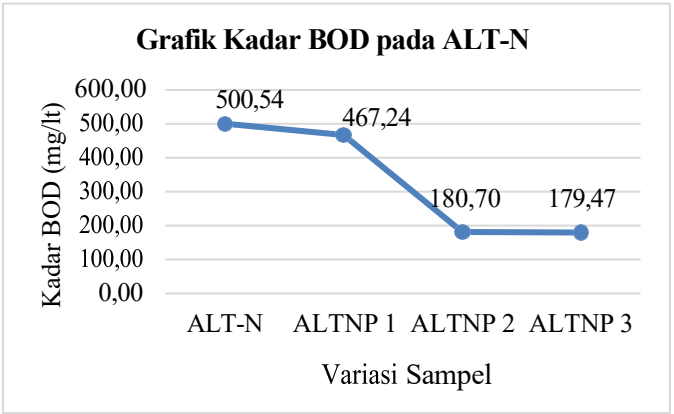


Gambar 2. Grafik Kadar COD pada ALT-N

Pada grafik diatas terlihat bahwa kadar COD mengalami penurunan yang signifikan dari sebelum diberi probiotik hingga diberikan campuran probiotik dengan perbandingan 1:1, 1:2, dan 1:3 berturut-turut yaitu 132,72 mg/lt, 96,06 mg/lt, dan 83,42 mg/lt. Kadar COD paling rendah terdapat pada perbandingan 1:3 yaitu sebesar 83,42 mg/lt. Hal ini membuktikan bahwa dengan pemberian probiotik komersial pada air limbah tahu dapat menurunkan kadar COD.

Analisis Kadar BOD

Analisis kadar BOD bertujuan untuk mengetahui kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh air limbah untuk mengoksidasi zat-zat organik dan anorganik secara biologi. Perbedaan kadar oksigen dilakukan pada 2 kondisi yaitu ALT-N dan campuran ALT-N dengan probiotik. Data hasil percobaan kadar BOD dapat dilihat pada Gambar 3. berikut ini.



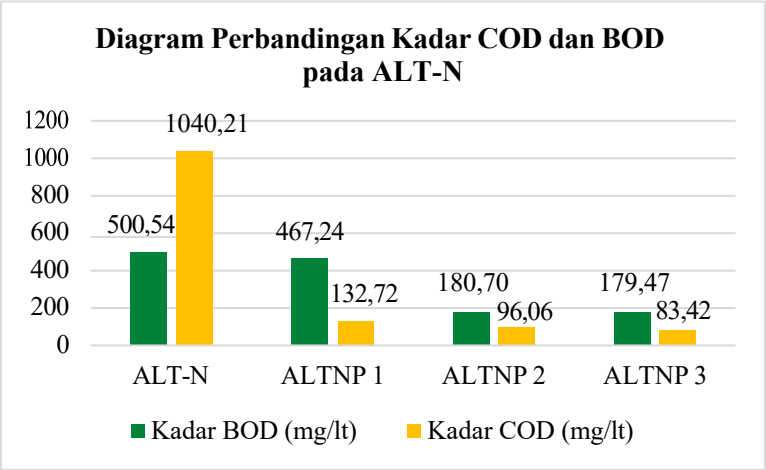
Gambar 3. Grafik Kadar BOD pada ALT-N

Pada grafik terlihat bahwa kadar BOD turun secara signifikan. Terjadi penurunan kadar BOD dari variasi ALT-N tanpa probiotik hingga ALT-N yang diberikan perbandingan probiotik. Penurunan terjadi dari yang awalnya sebesar 500,54 mg/lt pada ALT-N menjadi 179,47 mg/lt pada perbandingan 1:3 antara ALT-N dan probiotik. Dengan menggunakan probiotik komersial pada air limbah tahu mampu menurunkan kadar BOD secara signifikan dari ALT, ALTNP 1, ALTNP 2, dan ALTNP 3 berturut-turut yaitu 500,54 mg/lt, 467,24 mg/lt, 180,70 mg/lt, dan 179,47 mg/lt. Hal ini membuktikan bahwa dengan pemberian probiotik dapat menurunkan kadar BOD dalam air limbah tahu.

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v12i1.75172
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 12, No 1 (2024): Juni

Perbandingan Kadar COD dan BOD pada ALT-N

Pada penelitian sebelumnya (Hardyanti dkk., 2021; Zaman dkk., 2023, Auied dkk., 2024) kadar COD seharusnya lebih tinggi dari kadar BOD karena banyak zat organik yang bisa dioksidasi secara kimiawi namun tidak secara biologis. Dalam penelitian ini berbeda hasilnya. Hal ini dikarenakan bakteri probiotik mampu mengurai bahan yaitu air limbah tahu menjadi senyawa dan mengurai senyawa menjadi unsur sehingga kebutuhan oksigen menjadi lebih banyak sehingga kadar BOD menjadi lebih tinggi daripada kadar COD. Pemberian probiotik dapat membuat air limbah tahu teroksidasi dan menguraikan zat organik di dalamnya menjadi lebih sederhana. Dengan pengujian COD banyak zat organik yang akan terurai secara kimiawi sehingga air limbah tahu dapat terurai menjadi senyawa-senyawa stabil. Sedangkan dengan pengujian BOD, zat organik akan teroksidasi secara biologis sehingga menyebabkan air limbah tahu dapat terurai menjadi senyawa hingga unsur yang lebih sederhana. Diagram perbandingan kadar COD dan BOD pada ALT-N ditampilkan pada Gambar 4. berikut ini.



Gambar 4. Diagram Perbandingan Kadar COD dan BOD pada ALT-N

Air limbah tahu mengandung komponen organik yaitu 60% protein, 25-50% karbohidrat dan 10% lemak. Bahan organik ini terurai dalam proses oksidasi aerobik untuk membentuk senyawa stabil dalam bentuk asam amino dan hidrogen sulfida, yang kemudian terurai kembali menjadi asam sulfat. Tumbuhan menyerap asam sulfat ini dalam bentuk ion sulfat. Protein, karbohidrat dan lemak dibagi menjadi unsur-unsur C, H, O, S. Unsur-unsur tersebut kemudian diubah menjadi unsur makro yang dibutuhkan tanaman menjadi unsur P, K, Ca, Fe, dan Cu. Dari data tersebut terlihat jelas bahwa air limbah tahu mengandung cukup banyak bahan organik sehingga akan membutuhkan waktu yang lama untuk memecah unsur tersebut menjadi unsur yang lebih sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Adanya zat organik tersebut menyebabkan air limbah tahu memiliki kadar BOD dan COD yang tinggi, sesuai dengan penelitian yang dilakukan Widayati dkk. (2023). Pada penelitian ini BOD lebih tinggi dari COD karena COD hanya dapat menguraikan air limbah tahu menjadi senyawa sedangkan BOD dapat menguraikannya menjadi unsur yang lebih sederhana.

SIMPULAN

Terjadi peningkatan kadar DO pada setiap variasi sampel yang diberi probiotik, namun untuk ALT memiliki hasil yang naik turun di setiap jamnya. Peningkatan kadar DO tertinggi ada pada perbandingan 1:3 pada kurun waktu ke-8 jam baik pada ALT maupun ALT-N yaitu 1,03 mg/lt dan 1,25 mg/lt. Pada perbandingan 1:1 pada ALT-N mengalami penurunan pada waktu ke-8 jam yaitu 0,45 mg/lt dari sebelumnya 0,94 mg/lt. Untuk penelitian kadar COD pada setiap variasi sampel mengalami penurunan yang signifikan pada ALT-N (1040,21 mg/lt), ALTNP 1 (132,72 mg/lt), ALTNP 2 (96,06 mg/lt), dan ALTNP 3 (83,42 mg/lt). Kadar terendah COD terdapat pada perbandingan 1:3 yaitu 83,42 mg/lt. Pada hasil penelitian BOD juga mengalami penurunan di setiap variasi sampelnya yaitu ALT (500,54 mg/lt), ALTNP 1 (467,24 mg/lt), ALTNP 2 (180,70 mg/lt), dan ALTNP 3 (179,47 mg/lt). Kadar BOD terendah terdapat pada perbandingan 1:3 yaitu 179,47 mg/lt. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa probiotik komersial yang ditambahkan pada air limbah tahu mampu menurunkan kadar BOD dan COD serta menaikkan kadar DO. Dengan hasil tersebut air limbah tahu yang sudah diberikan probiotik komersial layak dibuang ke perairan dan sesuai baku mutu limbah industri tahu.

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v12i1.75172
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 12, No 1 (2024): Juni

REKOMENDASI

Setelah dilakukannya analisis dan didapatkan kesimpulan dalam melakukan pengujian kadar DO, COD, dan BOD pada air limbah tahu dengan probiotik komersial, maka terdapat beberapa masukan atau saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kalibrasi untuk alat DO meter pada setiap pengujian yang dilakukan.
2. Pengecekan perubahan warna perlu konsentrasi lebih agar hasil titrasi yang dibaca lebih akurat.
3. Perlu diperhatikan ketika penelitian banyak membaca literatur lain yang terkait sehingga dapat meminimalisir kesalahan dan diperoleh data yang akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini

REFERENSI

Asano,K., Watari, T., Hatamoto, M., and Yamaguchi, T. "Development of UASB–DHS system for anaerobically-treated tofu processing wastewater treatment under ambient temperature." *Environmental Technology*, 43 (2021): 3973 - 3982. https://doi.org/10.1080/09593330.2021.1938242.

Auied, H., Dhahir, S., & Sultan, M. (2024). Industrial Wastewater Efficiency Assessment of Al-Dora Refinery Plant in Baghdad by Decreasing BOD5 and COD Concentrations. *Iraqi Geological Journal*. https://doi.org/10.46717/igj.57.2a.7ms-2024-7-17.

El-Kady, A., Magouz, F., Mahmoud, S., & Abdel-Rahim, M. (2022). The effects of some commercial probiotics as water additive on water quality, fish performance, blood biochemical parameters, expression of growth and immune-related genes, and histology of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). *Aquaculture*, 546, 737249. https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2021.737249.

Hardyanti, N., Sudarno, S., Zaman, B., Arihta, A., & Putri, R. (2021). The effect of time and velocity variation in sequencing batches reactor on cod and bod, removal efficiency in tofu waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 896. https://doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012028.

Hartini, S., Ramadan, B., Purwaningsih, R., Sumiyati, S., & Kesuma, M. (2021). Environmental impact assessment of tofu production process: case study in SME Sugihmanik, Grobogan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 894. https://doi.org/10.1088/1755-1315/894/1/012004.

Karnanta, S., Solikin, M., & Purnama, H. (2021). Terraced Wetland Construction of Liquid Waste Pollution Countermeasures from Tofu Industry (Case Study of Tofu Industry in Mojosongo, Surakarta). *Journal of Physics: Conference Series*, 1858. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1858/1/012003.

Khomarisah, U., Marlina, H., & Zaman, M. (2021). Analysis Of The Environmental And Health Impacts Of The Area Affected By Tofu Liquid Waste In The Tofu X Home Industry In Pangkalan Kerinci Barat Village In 2020. *Media Kesmas (Public Health Media)*. https://doi.org/10.25311/kesmas.vol1.iss2.80.

Permana, D., & Djaenudin (2019). Performance of Single Chamber Microbial Fuel Cell (SCMFC) for biological treatment of tofu wastewater. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 277. https://doi.org/10.1088/1755-1315/277/1/012008.

Putro, P., Hadiyanto, & , Aminudin (2021). Water Quality Parameters of Tofu Wastewater: A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1156. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1156/1/012018.

Rahmalia, I., Nisa, S., Palupi, V., Putri, A., & Suryawan, I. (2021). A Study of the Tofu Industry Environmental Impact Condition and Scenario Treatment Using Life Cycle Assessment Approach. *EPI International Journal of Engineering*. https://doi.org/10.25042/epi-ije.022021.02.

Satyanarayan, S., Venerkar, A., & Ramakant. (2004). Organic Removals from Highly Proteinous Wastewater from Soya Milk and Tofu Manufacturing Plant. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 39, 759 - 771. https://doi.org/10.1081/ESE-120027740.

Romi Seroja, H. Effendi and S. Hariyadi. "Tofu wastewater treatment using vetiver grass (Vetiveria zizanioides) and zeliac." *Applied Water Science*, 8 (2018): 1-6. https://doi.org/10.1007/s13201-018-0640-y.

Widayati, W., Setyawan, S., Kurniati, E., Rachmansyah, A., & Anugroho, F. (2023). The Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland (VSSFCW) Performance Using Typha angustifolia and Ipomoea aquatica for Tofu

Wastewater BOD and COD Removal. *Berkala Penelitian Hayati*. https://doi.org/10.23869/bphjbr.29.2.20235.

Zaman, B., Hardyanti, N., , P., Saputra, A., Aprianto, R., & Zulhizah, H. (2023). Utilization of magnetic GAC adsorbent for the removal of COD and BOD parameters in tofu wastewater. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1268. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1268/1/012021.

Zalfain, M., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2024). Mitigating environmental pollution from tofu industry wastewater: Case of Suyanto Tofu Factory, Mojokerto. *Applied Environmental Science*. https://doi.org/10.61511/aes.v2i1.2024.819.