

Analisis Pemberian Bakteri Probiotik Komersial pada Air Buangan Industri Tahu Terhadap Perubahan Kadar BOD dan DO dengan Interval Waktu Inkubasi 8 Jam

Justian Trisna Nugraha¹, Budi Utomo², Koosdaryani Soeryodarundio³

¹⁻³Universitas Sebelas Maret Surakarta

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

Korespondensi penulis: justiantrisna@student.uns.ac.id

Abstract. *This study aims to analyze the impact of administering commercial probiotic bacteria on the wastewater from tofu industries on changes in Bio-logical Oxygen Demand (BOD) and Dissolved Oxygen (DO) levels. Tofu industry wastewater is known to have high BOD and low DO levels, which pose a potential environmental pollution risk. This study used a pure experimental method with variables including the ratio of tofu industry wastewater to commercial probiotics (1:1, 1:2, 1:3) with an incubation interval of 8 hours. The results showed that the administration of commercial probiotic bacteria significantly reduced BOD levels and increased DO levels in the wastewater. The 1:3 ratio of tofu industry wastewater to commercial probiotics showed the most optimal effect in increasing DO and decreasing BOD. An incubation time of 32 hours showed the most optimal effect in increasing DO and decreasing BOD. The 1:3 volume ratio between tofu wastewater and probiotics (25% tofu wastewater and 75% probiotics) proved to be the most effective, with the highest DO increase of 2.51 mg/L and the largest BOD decrease of 144.20 mg/L. In addition, incubation time also had a significant effect, the longer the incubation time, the more optimal the probiotic activity in reducing BOD levels and increasing DO levels. The conclusion of this study is that the administration of commercial probiotic bacteria at a 1:3 ratio and an incubation time of 32 hours is an effective way to improve the quality of tofu industry wastewater.*

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

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian bakteri probiotik komersial pada air buangan industri tahu terhadap perubahan kadar Biological Oxygen Demand (BOD) dan Dissolved Oxygen (DO). Air buangan industri tahu dikenal memiliki kadar BOD yang tinggi dan DO yang rendah, yang berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen murni dengan variabel yaitu perbandingan volume air buangan industri tahu dengan probiotik komersial (1:1, 1:2, 1:3) dengan interval waktu inkubasi 8 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bakteri probiotik komersial secara signifikan menurunkan kadar BOD dan meningkatkan kadar DO dalam air buangan tersebut. Perbandingan volume air buangan industri tahu dengan probiotik komersial 1:3 menunjukkan efek paling optimal dalam meningkatkan DO dan menurunkan BOD. Waktu inkubasi 32 jam menunjukkan efek paling optimal dalam meningkatkan DO dan menurunkan BOD. Perbandingan volume 1:3 antara air limbah tahu dan probiotik (25% air limbah tahu dan 75% probiotik) terbukti paling efektif, dengan peningkatan DO tertinggi sebesar 2,51 mg/L dan penurunan BOD terbesar sebesar 144,20 mg/L. Selain itu, waktu inkubasi juga memiliki pengaruh signifikan, semakin lama waktu inkubasi, semakin optimal aktivitas probiotik dalam mengurangi kadar BOD dan meningkatkan kadar DO. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pemberian bakteri probiotik komersial dengan perbandingan volume 1:3 dan waktu inkubasi 32 jam merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan kualitas air buangan industri tahu.

Kata kunci: Air Buangan Industri Tahu, bakteri probiotik lokal, kadar BOD, kadar COD

1. LATAR BELAKANG

Industri tahu adalah salah satu sektor pangan yang memproduksi sumber protein berbahan dasar kacang kedelai, sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Industri ini berkembang luas di berbagai daerah di Indonesia. Biasanya, tahu diproduksi dalam skala rumah tangga dengan teknologi pengolahan yang relatif sederhana. Teknologi pengolahan sederhana

ini menimbulkan beberapa masalah, termasuk pengelolaan limbah tahu yang belum optimal (Febrian, 2020).

Limbah tahu merupakan sisa produksi tahu yang tidak lagi digunakan. Komponen utama limbah dari industri tahu adalah senyawa protein, yang cepat membusuk jika dibiarkan di alam. Limbah ini bisa berbentuk padatan seperti ampas kedelai, serta cairan seperti air sisa perendaman kedelai yang berwarna kuning muda dan berbau tidak sedap (Yudhistira, 2016). Limbah padat dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan oncom atau pakan ternak. Namun, limbah cair tahu memiliki potensi mencemari lingkungan. Jika tidak diolah sebelum dibuang, limbah cair ini dapat menyebabkan pencemaran serius karena kandungan polutan organiknya yang tinggi. Parameter penting untuk menilai dampak limbah industri terhadap kualitas air meliputi Biological Oxygen Demand (BOD) dan Dissolved Oxygen (DO).

BOD mencerminkan kemampuan suatu air untuk mendukung kehidupan mikroorganisme yang terlibat dalam penguraian bahan organik. Limbah industri tahu seringkali mengandung sisa-sisa bahan organik seperti tepung, kulit, dan limbah lainnya. Kehadiran bahan organik ini dapat meningkatkan BOD dalam air. Sementara itu, DO adalah ukuran ketersediaan oksigen terlarut dalam air, yang merupakan aspek kritis bagi kehidupan akuatik. Peningkatan BOD dalam air buangan industri tahu dapat mengakibatkan penurunan DO. Mikroorganisme yang memproses bahan organik dapat mengonsumsi oksigen lebih dari yang dapat dihasilkan atau terlarut dalam air. Penurunan DO dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan organisme akuatik, serta memicu perubahan dalam ekosistem perairan. Maka dari itu, diperlukan pengolahan limbah tahu agar dapat meminimalisir dampak yang dihasilkan

Pengolahan limbah cair tahu bisa dilakukan dengan menambahkan probiotik. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang bermanfaat dalam menguraikan bahan organik dan zat berbahaya dalam limbah. Terdapat dua jenis probiotik yang bisa digunakan untuk pengolahan limbah cair tahu, yaitu probiotik komersial dan probiotik lokal. Probiotik komersial adalah larutan yang mengandung berbagai mikroorganisme hasil fermentasi bahan organik. Larutan ini umumnya berwarna coklat kekuningan dan berbentuk cair, serta bisa dibeli di toko-toko pertanian. Sedangkan probiotik lokal adalah cairan hasil fermentasi dari substrat atau media yang tersedia di sekitar kita dan dapat diproduksi sendiri. Beberapa contoh probiotik produk lokal adalah *Azotabacter sp*, *Lactobacillus sp*, *Pseudomonas sp*, ragi, dan bakteri fotosintesis.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan probiotik produk komersial untuk mengolah limbah industri tahu. Sampel limbah tahu akan dibuat dengan berbagai perbandingan volume antara probiotik dan limbah tahu, serta dalam kurun waktu tertentu. Dengan

penambahan probiotik pada air limbah tahu, diharapkan dapat meningkatkan kadar oksigen dan mengurangi kadar BOD. Hal ini akan dapat meminimalisir pencemaran air.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Pengertian Limbah

Menurut Arief (2016), limbah adalah buangan yang dihasilkan dari proses produksi, baik dari industri maupun rumah tangga. Limbah sering kali tidak diinginkan dan mengganggu lingkungan karena dianggap tidak berguna dan tidak memiliki nilai ekonomi. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, air limbah didefinisikan sebagai sisa air dari kegiatan atau operasi yang berbentuk cair. Air limbah, atau air buangan, adalah sisa air dari rumah tangga, industri, atau tempat umum lainnya yang biasanya mengandung zat atau bahan berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup.

2.2 Metode Lumpur Aktif

Pengolahan air limbah secara biologis menggunakan sistem biakan tersuspensi telah digunakan secara luas di seluruh dunia. Dalam proses ini, senyawa organik dioksidasi menjadi CO₂, H₂O, NH₄, dan sel biomassa baru. Dalam kebanyakan kasus, penghembusan udara secara mekanik digunakan untuk menyediakan oksigen. Proses pengolahan dengan sistem lumpur aktif, atau proses biakan tersuspensi, adalah metode yang paling umum dan telah digunakan untuk pengolahan air limbah (Asmada dan Suharno, 2012).

2.3 Pengertian Prebiotik

Prebiotik adalah makanan yang mengandung oligosakarida yang tidak dapat dicerna oleh inang tetapi membantu inang dengan meningkatkan mikroflora dalam saluran pencernaan. Air limbah mengandung prebiotik, yang membantu pertumbuhan bakteri probiotik.

Prebiotik memberikan manfaat bagi manusia dengan menggalakkan pertumbuhan dan fungsi bakteri yang bermanfaat di dalam usus besar. Mikroflora dalam usus besar memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan. Inulin, oligofruktosa, fruktooligosakarida (FOS), dan galaktooligosakarida (GOS) adalah contoh prebiotik yang dapat digunakan dalam makanan. Penambahan prebiotik ke dalam berbagai produk pangan telah dilakukan, termasuk susu formula, makanan untuk balita, es krim, yogurt, sereal, kue, pemanis, jus buah, minuman ringan, dan lainnya. Penambahan prebiotik ke dalam makanan dapat meningkatkan komposisi bakteri *Bifidobacterium* sp. di dalam usus, yang baik untuk tubuh manusia (Anggraeni, 2012).

2.4 Bakteri

Bakteri non-probiotik dapat mencakup berbagai jenis mikroorganisme, termasuk yang secara alami ada di lingkungan sekitar kita atau di dalam tubuh manusia tanpa memberikan manfaat kesehatan tertentu. Beberapa di antaranya bahkan dapat menjadi bagian dari flora normal di usus atau di tempat lain di tubuh tanpa menimbulkan penyakit. Bakteri probiotik adalah mikroorganisme yang dianggap bermanfaat bagi manusia dan hewan. Mikroorganisme ini dapat berkontribusi pada keseimbangan mikroba usus dan memainkan peran penting dalam pemeliharaan kesehatan. Bakteri probiotik saat ini banyak dikomersialkan, terutama di bidang pertanian, perikanan, dan lingkungan. Bakteri probiotik komersial juga dapat dimanfaatkan untuk memerangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah rumah tangga dan industri. Contoh probiotik komersial yang ada yaitu *Effective Microorganism-4* (EM4).

2.5 Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan sel bakteri biasanya mengikuti pola pertumbuhan tertentu, yaitu kurva pertumbuhan sigmoid. Pertumbuhan pada organisme prokariotik seperti bakteri terdiri dari peningkatan volume, ukuran, dan jumlah sel (Sumarsih, 2003).

2.6 Parameter Pengujian Air Limbah Tahu

Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen yang ada dalam air dan merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas air. Sedangkan, BOD mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat-zat organik yang terlarut atau tersuspensi dalam air menjadi bahan organik sederhana.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen murni (*true experiment*), di mana peneliti dapat mengendalikan semua variabel luar yang memengaruhi jalannya eksperimen. Hal ini meningkatkan validitas internal penelitian. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis statistik yang melibatkan perencanaan, pengumpulan data, penyajian data, analisis data, dan pengambilan kesimpulan melalui observasi laboratorium.

3.2 Lokasi, Waktu, 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 DO. Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Waktu penelitian sendiri dilaksanakan selama tujuh hari (satu minggu) yaitu dua hari untuk pengujian COD dan BOD 0 hari, lalu lima hari setelahnya untuk pengujian BOD 5 hari.

Objek penelitian ini adalah air limbah industri air tahu yang kami ambil di Desa Krajan RT 03 RW 03, Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. Untuk detail lokasi pengambilan air limbah industri air tahu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3.2 Lokasi Objek Penelitian Limbah Air Tahu

3.3 Jumlah Sampel Penelitian

Variasi perbandingan antara ABIT dengan probiotik komersial 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 DO dilakukan dalam tiga kondisi, yaitu ABIT murni, ABIT yang telah dinetralkan, dan ABIT yang telah dinetralkan ditambah dengan probiotik komersial.

Tabel 3.1 Jumlah Sampel dalam Pengujian BOD dan DO

| No. | Variasi | DO | BOD 0 hari | BOD 5 hari |
|-----------|------------|----|------------|------------|
| 1 | ABIT | 5 | 5 | 5 |
| 2 | ABIT-N | 5 | 5 | 5 |
| 3 | ABITN-PK 1 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | ABITN-PK 2 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | ABITN-PK 3 | 5 | 5 | 5 |
| Jumlah | | 25 | 25 | 25 |
| 75 Sampel | | | | |

Sumber: Penyusun (2024)

Keterangan :

ABIT : Air Buangan Industri Tahu Murni

ABITN : Air Buangan Industri Tahu Netral

ABITN-PK 1 : Perbandingan 1 : 1 ABIT Netral dengan Probiotik Komersial

ABITN-PK 2 : Perbandingan 1 : 2 ABIT Netral dengan Probiotik Komersial

ABITN-PK 3 : Perbandingan 1 : 3 ABIT Netral dengan Probiotik Komersial

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kadar DO

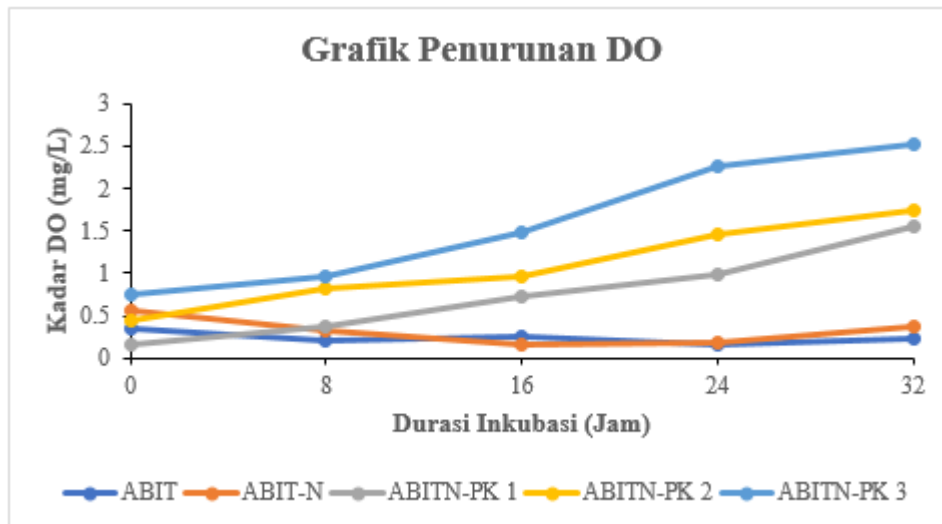
Analisis kadar DO bertujuan untuk mengetahui perubahan kadar oksigen terlarut pada 2 kondisi yaitu ABIT yang dicampur dengan beberapa perbandingan probiotik serta ABIT-N yang ditambah dengan campuran probiotik. Dari campuran tersebut dilakukan pengamatan dalam beberapa kurun waktu yaitu saat 0 jam, 8 jam, 16 jam, 24 jam, dan 32 jam. Pengujian pada saat T=0 jam sama dengan T=1/2 jam dikarenakan perlu persiapan sebelum pengujian sehingga terdapat selisih waktu untuk pengujian DO tidak tepat saat 0 jam. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 2.** berikut ini

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar DO

| No | Variasi | Jumlah DO (jam) | | | | |
|----|------------|-----------------|------|------|------|------|
| | | 0 | 8 | 16 | 24 | 32 |
| 1 | ABIT | 0,35 | 0,2 | 0,25 | 0,23 | 0,16 |
| 2 | ABIT-N | 0,56 | 0,32 | 0,15 | 0,18 | 0,38 |
| 3 | ABITN-PK 1 | 0,17 | 0,36 | 0,72 | 0,99 | 1,54 |
| 4 | ABITN-PK 2 | 0,45 | 0,83 | 0,95 | 1,45 | 1,73 |
| 5 | ABITN-PK 3 | 0,74 | 0,97 | 1,47 | 2,26 | 2,51 |

Sumber: Penyusun (2024)

Perubahan kadar DO terjadi pada setiap variasi perbandingan. Pada air limbah tahu biasa yang tidak dinetralkan, kadar DO terlihat turun pada waktu 8 jam kemudian naik lagi di waktu 16 jam dan kembali turun pada waktu 24 jam dan 32 jam. Pada variasi air buangan industri tahu yang sudah dinetralkan, kadar DO terlihat turun pada waktu inkubasi 8 jam dan 16 jam dan kembali naik pada waktu inkubasi 24 jam dan 32 jam. Namun, terjadi peningkatan kadar DO pada campuran air limbah tahu yang sudah dinetralkan dan probiotik komersial (ABITN-PK). ABITN-PL 3 (32 jam), dengan nilai 231,31 mg/l atau menurun sebesar 74,76% dari sebelum diberi perlakuan. Berikut pada **Gambar 3.** ditampilkan grafik perubahan kadar DO pada air limbah tahu serta campuran air limbah tahu dan probiotik komersial.



Sumber: Penyusun (2024)

Gambar 4.1 Grafik Perubahan Kadar DO

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada setiap perbandingan mengalami kenaikan kadar DO baik pada perbandingan 1:1, 1:2, maupun 1:3. Kenaikan kadar DO tertinggi pada waktu ke-32 jam berturut-turut yaitu 1,54 mg/lt, 1,73 mg/lt, 2,51 mg/lt. Kadar DO tertinggi berada pada perbandingan 1:3 di kurun waktu 32 jam yaitu sebesar 2,51 mg/lt. Sedangkan pada air limbah tahu biasa tanpa campuran probiotik kadar DO terlihat tidak stabil dan naik turun di setiap kurun jamnya.

4.2 Pengujian Kadar BOD

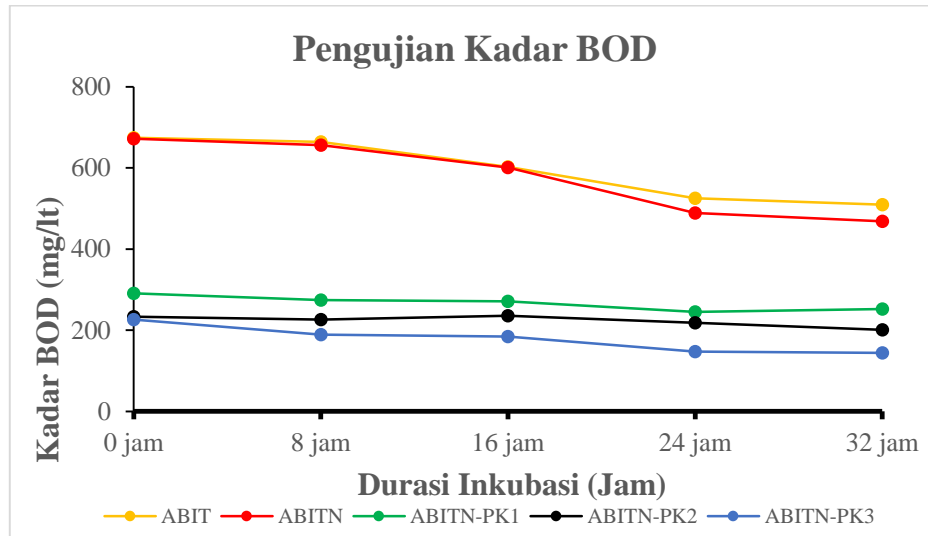
Analisis kadar BOD bertujuan untuk mengetahui kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh air limbah untuk mengoksidasi zat-zat organik dan anorganik secara biologi. Perbedaan kadar oksigen dilakukan pada tiga kondisi, yaitu ABIT murni, ABIT-N, dan campuran ABIT-N dengan probiotik komersial. Sampel dalam tiga kondisi tersebut diinkubasi dengan waktu 0 jam, 8 jam, 16 jam, 24 jam, dan 32 jam yang dilakukan pada 0 hari untuk menguji BOD 0 hari, kemudian dibiarkan selama 5 hari dari mulainya masing-masing sampel sesuai intervalnya untuk menguji hasil BOD 5 hari.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar BOD

| Variasi | Kadar BOD (mg/lt), WI (jam) | | | | |
|------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 8 | 16 | 24 | 32 |
| ABIT | 674,65 | 664,35 | 602,55 | 525,30 | 509,85 |
| ABITN | 672,08 | 656,63 | 600,83 | 489,25 | 468,65 |
| ABITN-PL 1 | 291,34 | 274,67 | 271,23 | 244,91 | 252,35 |
| ABITN-PL 2 | 233,47 | 226,60 | 235,76 | 218,36 | 200,85 |
| ABITN-PL 3 | 226,60 | 189,52 | 184,37 | 147,63 | 144,20 |

Sumber: Penyusun (2024)

Berdasarkan pada Tabel 4.2, dapat dibuat suatu grafik perubahan kadar BOD yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: Penyusun (2024)

Gambar 4.2 Grafik Perubahan Kadar BOD

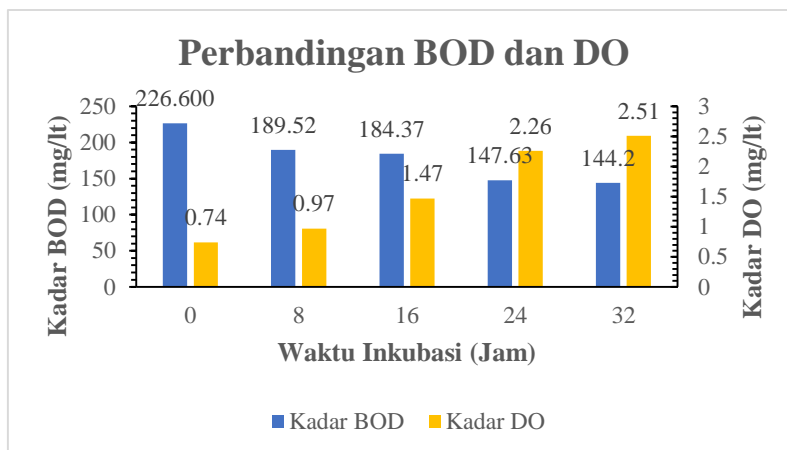
Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kadar BOD mengalami penurunan pada lima variasi sampel yang berbeda. Berdasarkan data hasil percobaan di atas dapat dilihat bahwa semakin besar volume pemberian probiotik komersial pada air buangan industri tahu, maka kadar BOD pun mengalami penurunan secara bertahap.

4.3 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan ketika ditambahkan probiotik komersial ke dalam air limbah tahu. Hasil pengujian DO menunjukkan bahwa pada ABIT yang dicampurkan dengan probiotik, kadar DO menunjukkan kenaikan disetiap interval waktunya. perbandingan terbaik untuk menaikkan kadar DO pada air buangan industri tahu adalah pada perbandingan 1:3 yaitu sebesar 25% air limbah tahu serta probiotik komersial sebesar 75%. hasil tertinggi yang didapat pada pengukuran DO yaitu 2,51 mg/lit yang didapat dari variasi perbandingan 1;3.

Berdasarkan hasil pengujian kadar BOD, BOD mengalami perubahan akibat penambahan bakteri probiotik produk komersial. Selama pengamatan di laboratorium, diperoleh penurunan kadar BOD untuk setiap variasi sampel seiring dengan bertambahnya interval waktu inkubasi. Perbandingan terbaik untuk menurunkan kadar BOD terjadi pada sampel adalah dengan perbandingan 1:3 yaitu sebesar 25% air limbah tahu serta probiotik komersial sebesar 75%. hasil penurunan yang paling maksimal pada pengukuran BOD yaitu 144,20 mg/lit yang didapat dari variasi perbandingan 1;3. Air limbah tahu yang telah ditambahkan probiotik komersial tersebut sudah dikatakan layak apabila dibuang langsung ke

perairan bebas karena sudah memenuhi ambang batas baku mutu BOD yaitu sebesar 150 mg/lit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antara BOD dan DO benar adanya, yaitu semakin rendah kadar BOD, semakin tinggi kadar DO dalam air limbah tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5., tentang hubungan kadar BOD dan DO.



Sumber: Penyusun (2024)

Gambar 4.3 Perbandingan BOD dan DO

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada air limbah tahu yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian probiotik komersial pada ABIT menyebabkan perubahan kadar DO (*Dissolved Oxygen*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*). Meskipun pada beberapa variasi sampel ABIT terdapat kenaikan DO dan penurunan BOD yang tidak konsisten, pengaruh probiotik komersial terbukti dengan peningkatan kadar DO yang paling tinggi dan konsisten pada perbandingan 1:3 antara ABIT dan probiotik komersial (ABITN-PK 3). Hal ini menunjukkan bahwa probiotik komersial memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar BOD terbesar pada campuran ABITN-PK dengan perbandingan 1:3.
2. Perbandingan volume ABIT dengan volume bakteri probiotik komersial menunjukkan pengaruh terhadap perubahan kadar BOD dan DO. Perbandingan 1:3 (25% ABIT dan 75% probiotik komersial) terbukti paling efektif dalam meningkatkan kadar DO dan menurunkan kadar BOD pada ABIT.

Peningkatan kadar DO terbesar yaitu 2,51 mg/L pada variasi ABITN-PK 3, begitu juga dengan kadar BOD, penurunan terbesar juga didapat pada variasi sampel ABITN-PK 3 dengan hasil yaitu 144,20 mg/L. Hal ini menunjukkan adanya korelasi positif antara volume probiotik komersial dengan peningkatan kadar DO serta penurunan kadar BOD. Semakin besar volume probiotik komersial yang ditambahkan ke ABIT, semakin signifikan peningkatan kadar DO dan penurunan kadar BOD.

3. Waktu inkubasi campuran probiotik komersial dengan ABIT berpengaruh terhadap perubahan kadar BOD dan DO. Waktu inkubasi terbaik yaitu pada interval 32 jam. Selama masa inkubasi, probiotik komersial aktif memfermentasi bahan organik dalam air limbah. Semakin lama waktu inkubasi, aktivitas probiotik komersial menjadi lebih optimal, sehingga menghasilkan penurunan kadar BOD dan peningkatan kadar DO yang lebih signifikan.

5.2 Saran

Saran yang penulis dapat sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu diperbanyak alat penelitian seperti tabung oksigen dan inkubator agar waktu penelitian menjadi lebih cepat dan tidak perlu bergantian.
2. Perlu dilakukan penambahan waktu inkubasi yang lebih lama dan variasi perbandingan terhadap probiotik komersial sehingga didapatkan data penelitian yang lebih akurat dan optimal sehingga dapat memberikan hasil kadar yang memenuhi syarat baku mutu dan dapat dibuang ke badan air sungai.
3. Meningkatkan jumlah literatur lain yang terkait dalam penelitian untuk meminimalisir kesalahan serta diperoleh data yang lebih akurat.

DAFTAR REFERENSI

- Anggraeni, A. A. (2012). Prebiotik dan manfaat kesehatan. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 7(1).
- Arief, L. M. (2016). *Pengolahan Limbah Industri: Dasar-dasar pengetahuan dan aplikasi di tempat kerja*. Penerbit Andi.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*.
- Herlambang, A. (2005). Penghilangan Bau Secara Biologi Dengan Biofilter Sintetik. *Jurnal Air Indonesia*, 1(1).
- Hioronymus, & Budi Santoso. (1993). *Pembuatan Tempe dan Tahu Kedelai: Bahan Makanan Bergizi Tinggi*. Yogyakarta: Kanisius.

- Kementerian Lingkungan Hidup. (2008). Peraturan Kementrian Lingkungan Hidup: Baku Mutu Air Limbah Cair Usaha Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai.
- Khalista, N. N. (2015). Analisis Kandungan BOD, COD, NH₃-N, dan TSS dalam Limbah Cair Tahu (Studi Kasus di Industri Tahu UD. X Kecamatan X Kabupaten Jember). *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.
- M. Riadi. (2016). *Pertumbuhan Mikroorganisme*. Kaji. Pustaka, 1-47.
- Naillah, A., Budiarti, L. Y., & Heriyani, F. (2021). Literature Review: Analisis Kualitas Air Sungai dengan Tinjauan Parameter pH, Suhu, BOD, COD, DO terhadap Coliform. *Homeostasis*, 4(2), 487-494.
- Nurul latifah. (2011). *Senyawa Organik pada Limbah Cair Tahu*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- PP No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Purwaningsih, E. (2007). *Cara Pembuatan Tahu dan Manfaat Kedelai*. Ganeca Exact.
- Rahman, R. A. S., & Fajriati, I. (2021). Penentuan Kualitas Air Saluran Pembuangan Limbah Tahu Di Sungai Pengging Boyolali. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 6(1), 1-11.
- Rizky, K. A. (2013). Pengaruh Penambahan EM-4 (Effective Microorganism-4) terhadap Penurunan BOD (Biologycal Oxygen Demand) pada Air Limbah Tahu. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis kandungan limbah industri tahu dan tempe rahayu di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245-252.
- Sari, M. W. (2023). Dissolve Oxygen Meter atau DO Meter. Retrieved October 3, 2023, from <https://spada.uns.ac.id/mod/resource/view.php?id=30921>
- Sari, K. L., As, Z. A., & Hardiono, H. (2017). Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) Secara Aerob. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 14(1), 449-458.
- Udin Djabu. (1991). *PEDOMAN BIDANG STUDI PEMBUANGAN TINJA DAN AIR LIMBAH PADA SANTIASI LINGKUGAN*. Jakarta: Depkes RI Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan.
- Utomo, B., Qomariyah, S., Wahyudi, A. H., Yulianto, B., & Soeryodarundio, K. (2022). Probiotik Multitalenta *Pseudomonas Fluorescens* (PMPF) untuk menurunkan kadar BOD air limbah Domestik. *AMMA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(11), 1362-1369.

- Vandra, B., Sudarno, S., & Nugraha, W. D. (2015). Studi Analisis Kemampuan Self Purification Pada Sungai Progo Ditinjau Dari Parameter Biological Oxygen Demand (Bod) Dan Dissolved Oxygen (Do) (Studi Kasus: Buangan (Outlet) Industri Tahu Skala Rumahan Kecamatan Lendah Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daer (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Widanarni, N. J. S. (2014). Pemberian prebiotik, probiotik, dan sinbiotik untuk pengendalian ko-infeksi *Vibrio harveyi* dan infectious myonecrosis virus pada udang vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(1), 11-20.
- Yudhistira, B., Andriani, M., Rohula, U. (2016). Karakterisasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Koogulan yang Berbeda (Asam Asetat dan Kalsium Sulfat). *Journal of Sustainable Agriculture*, 31(2), 137-145.
- Zahroh, K. I. A. (2023). Penhgaruh Pemberian Probiotik Produk Komersial terhadap Kadar DO, BOD, dan COD pada Air Limbah Tahu.