



Efektivitas Penggunaan 'Bios' dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu untuk Menurunkan Kadar BOD dan COD

Lisa Rahayu*, Vioni Derosya

Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Industri tahu merupakan salah satu industri rumahan yang menghasilkan limbah cair. Limbah cair industri tahu harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke aliran sungai sehingga tidak menyebabkan pencemaran. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kandungan limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu serta mengetahui efektivitas penggunaan larutan 'Bios' dalam pengolahan limbah cair pada industri tahu. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2024 dengan metode penelitian eksperimen dan dilakukan analisis secara deskriptif. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa penggunaan mikroorganisme yang ada didalam larutan merek 'Bios' dapat menurunkan kadar BOD, dengan kadar awal BOD sebesar 1365,6 mg/L menjadi 73,23 mg/L. Selanjutnya kadar awal COD sebesar 7057,2 mg/L menjadi 343,95 mg/L pada limbah cair tahu yang sudah ditampung didalam kolam. Nilai pH dari 3,71 menjadi 6,3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar BOD dan nilai pH limbah cair tahu yang sudah diberi perlakuan menggunakan larutan 'Bios' ke kolam penampungan limbah sudah memenuhi ambang batas yang ditetapkan. Kadar kedua parameter tersebut berada di bawah baku mutu yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

KATA KUNCI

Bios; BOD; COD; TSS.

PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: lisarahayu@ae.unand.ac.id

1. Pendahuluan

Tahu merupakan salah satu makanan olahan dari kacang kedelai, yang umumnya masih diproduksi menggunakan metode tradisional. Hal ini berdampak pada belum tersedianya sistem pengelolaan limbah yang representatif. Mayoritas produsen tahu umumnya langsung membuang limbah mereka tanpa diolah terlebih dahulu [1]. Kondisi ini dipicu oleh tingginya biaya operasional pengolahan serta keterbatasan pengetahuan para produsen tahu mengenai manajemen limbah. Industri tahu merupakan salah satu industri rumahan yang menghasilkan limbah, yaitu limbah cair dan limbah padat. Minimnya sistem penanganan limbah yang baik membuat industri kecil dan menengah, termasuk industri tahu, identik dengan tingkat pencemaran yang tinggi dan efisiensi energi yang rendah [2]. Dampak lingkungan ini muncul karena aktivitas produksi tahu menghasilkan limbah padat dan cair dalam volume besar yang sering kali langsung dibuang tanpa melalui unit pengolahan yang memadai, sehingga memicu kerusakan lingkungan [3].

Limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi yang berasal dari bahan baku berupa kedelai yang mengandung protein hingga 40-60% [4]. Tingginya kadar protein, lemak, dan karbohidrat pada limbah cair tahu akan menghasilkan nilai BOD dan COD yang tinggi serta dengan nilai pH yang rendah yaitu sekitar 4-5 [5]. Berikut ini beberapa jenis gas yang biasa ditemukan dalam limbah tahu yaitu Oksigen (O_2), karbondioksida (CO_2), Metana (CH_4) Nitrogen (N_2), Hidrogensulfida (H_2S) dan Amonia (NH_3) [6]. Jika limbah cair tahu yang diperoleh tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai, maka hal ini dapat menyebabkan tercemarnya perairan. Limbah cair tahu yang tanpa pengelolaan terlebih dahulu juga menyebabkan masalah pada kehidupan biota akuatik [7]. KepMen LH No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah tentang baku mutu air limbah seperti COD, BOD, TSS dan pH masing- masing yaitu 300 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L, dan nilai pH antara 6 sampai 9 [8].

Untuk mengantisipasi dampak buruk terhadap ekosistem perairan, air limbah hasil produksi tahu wajib melewati proses pengolahan sebelum dialirkan ke pembuangan akhir [9]. Adapun salah satu penanganan limbah cair industri tahu



yang digunakan adalah menggunakan kolam sebelum limbah tersebut dibuang ke aliran sungai. Pengolahan limbah cair tahu juga dapat dilakukan melalui penambahan agen probiotik yaitu mikroorganisme hidup yang mampu mendegradasi bahan organik dan senyawa pencemar [10]. Adapun agen probiotik yang digunakan terdiri atas probiotik komersial dan probiotik lokal, dimana probiotik komersial umumnya berupa larutan hasil fermentasi bahan organik yang mengandung mikroorganisme, berbentuk cair berwarna coklat kekuningan, dan tersedia secara luas di pasaran.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan agen probiotik produk komersial untuk mengolah limbah industri tahu. Adapun agen probiotik yang digunakan adalah produk komersial dengan merek 'bios'. Larutan 'Bios' merupakan salah satu produk larutan yang mengandung mikroba yang berperan dalam proses biodegradasi bahan organik. Mikroorganisme yang terdapat di dalam larutan ini umumnya terdiri dari berbagai jenis bakteri pengurai yang mampu memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Dengan adanya aktivitas mikroorganisme tersebut, kandungan bahan organik dalam limbah cair diharapkan dapat berkurang, sehingga nilai Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) dapat menurun.

Penggunaan larutan 'bios' dalam pengolahan limbah cair memiliki beberapa keunggulan, di antaranya mudah diaplikasikan, relatif ekonomis, serta ramah lingkungan karena memanfaatkan proses biologis alami. Mikroorganisme yang terkandung di dalam larutan 'bios' bekerja dengan cara mendegradasi zat pencemar organik yang terdapat pada limbah cair tahu melalui proses metabolisme. Proses ini menghasilkan senyawa yang lebih stabil dan tidak berbahaya bagi lingkungan sehingga aman untuk dibuang ke aliran sungai. Oleh karena itu, pemanfaatan mikroorganisme dari larutan 'bios' berpotensi menjadi salah satu solusi yang efektif dalam pengolahan limbah cair industri tahu, khususnya pada skala industri rumah tangga yang umumnya memiliki keterbatasan dalam teknologi pengolahan limbah yang dihasilkan.

Namun, untuk melihat efektivitas penggunaan 'Bios' dalam pengolahan limbah cair tahu tersebut, perlu dilakukan pengujian secara laboratorium. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukanlah penelitian yang berjudul "Efektivitas penggunaan 'Bios' dalam pengolahan limbah cair tahu untuk menurunkan kadar BOD dan COD". Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan larutan 'bios' dalam pengolahan limbah cair tahu. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi ilmiah serta menjadi rujukan bagi para pelaku industri tahu menggunakan mikroorganisme tersebut dalam pengolahan air limbah yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, Laboratorium di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang, serta Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Padang. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif berdasarkan data-data primer hasil wawancara dan observasi kemudian juga dilakukan analisis laboratorium.

Penelitian ini diawali dengan observasi lapangan guna mengidentifikasi permasalahan yang terdapat di industri tahu. Selanjutnya, dilakukan proses pengumpulan data melalui wawancara dengan pemilik usaha di Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, terkait sistem pengolahan limbah yang selama ini diterapkan. Untuk analisis laboratorium dilakukan beberapa uji yaitu pH, TSS, BOD dan COD. Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan sampel diambil dari dua titik, yang pertama yaitu dari saluran penampungan limbah sebelum dialirkan ke kolam, yang kedua diambil di saluran pembuangan air limbah yang berasal dari kolam penampungan yang sudah diberi mikroorganisme pada larutan merek 'Bios'. Setelah itu dilakukan pengukuran pH, analisis kandungan BOD, COD dan TSS kemudian dibandingkan dengan baku mutu air limbah industri tahu KepMen LH Nomor 5 Tahun 2014.

2.1 Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter.



2.2 Analisis kandungan TSS (Zat Padat Tersuspensi)

Kertas saring terlebih dahulu dipanaskan dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Setelah itu, kertas saring didinginkan di dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik hingga diperoleh berat konstan sebagai berat awal (B). Sampel kemudian dikocok sampai homogen, selanjutnya diambil sebanyak 100 mL dan disaring menggunakan kertas saring dengan bantuan vakum. Setelah proses penyaringan selesai, kertas saring diangkat secara hati-hati dan diletakkan di atas cawan, lalu dikeringkan kembali di dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya, kertas saring didinginkan di dalam desikator dan segera ditimbang menggunakan neraca analitik hingga mencapai berat konstan sebagai berat akhir (A). Perbedaan berat sebelum dan sesudah penyaringan digunakan untuk menghitung kadar padatan tersuspensi yang terkandung dalam sampel [11], [12].

$$\text{Perhitungan: mg/L TSS} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{mL sampel}}$$

Ket:

A = Berat kertas saring berisi zat tersuspensi (mg)

B = Berat kertas saring kosong (mg)

2.3 Analisis kandungan BOD/ *Biological Oxygen Demand*

Sampel uji ditambahkan ke dalam media pengencer jenuh oksigen yang telah mengandung larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi pada ruang gelap dengan suhu terkontrol $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama lima hari. Penentuan nilai BOD dilakukan dengan menghitung selisih kadar oksigen terlarut pada awal inkubasi dan setelah lima hari. Larutan glukosa-asam glutamat digunakan sebagai bahan kontrol standar dalam pengujian ini [13].

2.4 Analisis kandungan COD/ *Chemical Oxygen Demand*

Pengujian dilakukan dengan memipet sampel uji atau larutan standar, lalu menambahkan larutan digesti dan pereaksi asam sulfat secukupnya ke dalam tabung reaksi. Setelah ditutup, tabung dikocok perlahan sampai tercapai homogenisasi sempurna. Tabung selanjutnya dipanaskan pada suhu 150°C dan direfluks selama dua jam. Larutan hasil pemanasan dipindahkan ke erlenmeyer, kemudian ditambahkan indikator ferroin sebanyak dua tetes dan dilakukan titrasi menggunakan larutan FAS hingga terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat kemerahan. Volume FAS yang digunakan dicatat sebagai hasil titrasi [14].

3. Hasil dan Pembahasan

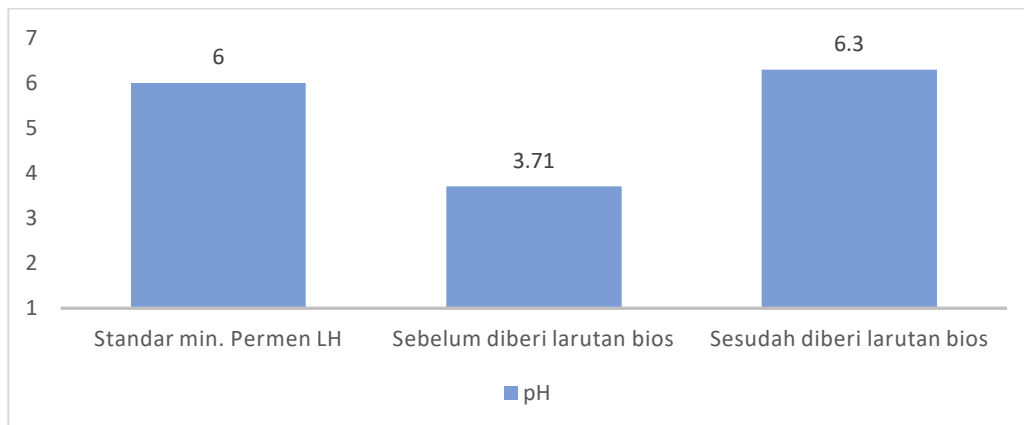
H Limbah cair tahu yang digunakan adalah limbah cair tahu yang berasal dari salah satu industri tahu di Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang. Limbah cair tahu merupakan sisa air pada proses perendaman dan proses pembuatan tahu yang dialirkan ke kolam penampungan. Limbah cair industri tahu dilakukan pengujian kadar COD, BOD, pH dan TSS terlebih dahulu guna mengetahui kadar sebelum diberikan larutan 'bios'. Berikut merupakan hasil uji yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji pada limbah cair industri tahu sebelum diberi larutan 'bios'

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu*)
1	COD	7057,2	Max 300
2	BOD	1365,6	Max 150
3	TSS	252,00	Max 200
4	pH	3,71	6- 9

*) Baku Mutu Air Pengolahan Kedelai (Tahu) sesuai Permen LH No.5 Tahun 2014

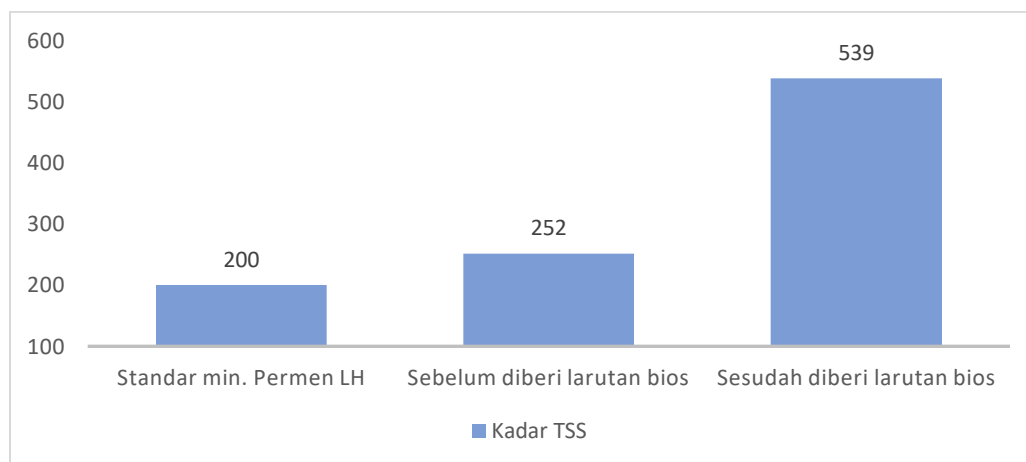
Berikut ini hasil uji limbah cair tahu terhadap nilai pH sebelum diberi 'bios' dan sesudah diberi larutan 'bios', dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai pH limbah cair tahu sebelum dan sesudah diberi larutan 'bios'

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pH pada limbah cair sebelum dan sesudah diberi larutan 'bios'. Kemudian dibandingkan dengan standar mutu yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Pengolahan Kedelai (Tahu).

Adapun hasil uji yang didapatkan yaitu terjadi kenaikan nilai pH pada limbah cair tahu sebelum diberi larutan 'bios' dengan limbah yang sudah diberi larutan 'bios'. Nilai pH sebelum diberi larutan 'bios' yaitu 3,71 menjadi 6,30 setelah dilakukan pemberian larutan 'bios'. Walaupun terjadi kenaikan pH, jika dibandingkan dengan standar mutu yang berlaku, nilai pH limbah cair tahu tersebut sudah termasuk dalam standar baku mutu yang ada, yaitu 6-9. Berikut ini hasil uji nilai kadar TSS (*Total Suspended Solid*) limbah cair tahu sebelum diberi 'bios' dan sesudah diberi larutan 'bios', dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Kadar TSS

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2, menunjukkan bahwa kadar TSS mengalami kenaikan setelah diberikan larutan 'bios'. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2, menunjukkan

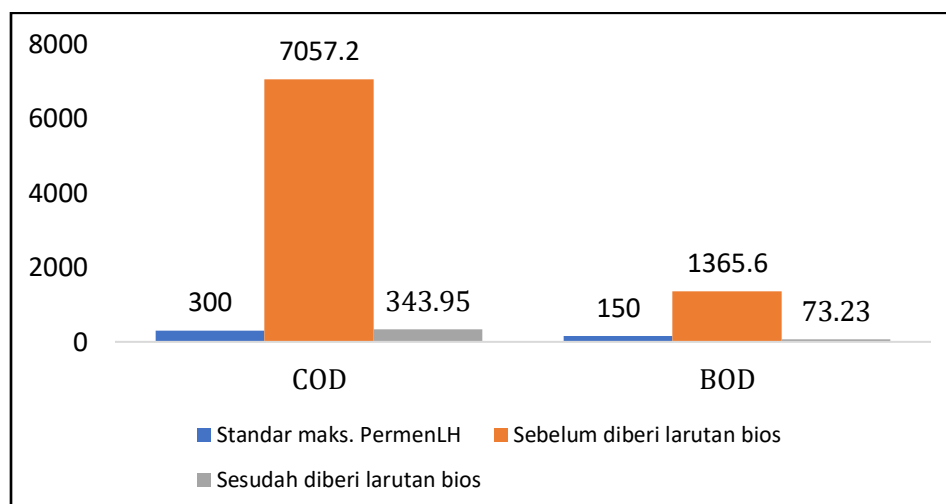
bahwa kadar TSS mengalami kenaikan setelah diberikan larutan 'bios'. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) mengalami perubahan dari 252,00 mg/L menjadi 539,00 mg/L. Berdasarkan ketentuan baku mutu air limbah industri tahu yang tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, batas maksimum TSS yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air adalah 200 mg/L.

Penelitian lain menyatakan bahwa reduksi kadar TSS dapat dipicu oleh beberapa mekanisme, yaitu absorpsi material organik oleh tanaman, proses dekomposisi bahan organik, serta sedimentasi dari sisa hasil dekomposisi tersebut [15]. Pada penelitian ini nilai TSS masih mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan meningkatnya aktivitas mikroba pada limbah cair tahu setelah ditambahkan larutan 'bios'. Penurunan kadar TSS dapat dilakukan dengan cara melakukan pengolahan lebih lama atau kontak lebih lama antara limbah cair dengan larutan 'bios' tersebut.

Berdasarkan nilai TSS yang didapatkan, menunjukkan bahwa limbah cair hasil produksi tahu tersebut belum memenuhi syarat kelayakan untuk dialirkan ke saluran pembuangan umum. Penambahan larutan mikroorganisme (bios) pada prinsipnya bertujuan untuk mendegradasi bahan organik melalui aktivitas enzimatik. Namun, dalam beberapa kondisi, nilai TSS justru dapat meningkat pada tahap awal pengolahan. Hal ini disebabkan oleh beberapa mekanisme. Pertama, pertumbuhan biomassa mikroorganisme akan menambah jumlah padatan tersuspensi di dalam limbah. Sel-sel mikroba yang berkembang biak akan terdispersi dalam cairan dan terukur sebagai TSS.

Kemudian, yang kedua pada proses terjadinya degradasi bahan organik. Adanya proses penguraian senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dapat menyebabkan pelepasan partikel-partikel kecil ke dalam fase cair, sehingga meningkatkan konsentrasi padatan tersuspensi. Ketiga, jika proses flokulasi belum optimal, partikel-partikel halus hasil degradasi tidak menggumpal (membentuk flok) dan tetap tersuspensi dalam air. Selain itu, waktu kontak antara mikroorganisme dan limbah juga berpengaruh terhadap efektivitas penurunan TSS. Pada waktu pengolahan yang relatif singkat, mikroorganisme masih berada pada fase adaptasi, sehingga aktivitas degradasi belum maksimal. Akibatnya, bahan organik belum sepenuhnya diuraikan atau diendapkan. Seiring bertambahnya waktu pengolahan, mikroorganisme akan memasuki fase eksponensial, di mana aktivitas metabolisme meningkat dan pembentukan flok menjadi lebih stabil, sehingga partikel tersuspensi dapat mengendap dan nilai TSS menurun. Besarnya penurunan konsentrasi TSS berbanding lurus dengan lamanya durasi pengolahan yang dialokasikan untuk limbah cair tahu tersebut [16].

Selanjutnya dilakukan uji nilai COD dan BOD. Berikut ini hasil uji limbah cair tahu terhadap nilai COD dan BOD sebelum diberi 'bios' dan sesudah diberi larutan 'bios', dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Nilai COD, BOD hasil uji limbah cair tahu



Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai COD dan BOD pada limbah cair sebelum dan sesudah diberi larutan 'bios. Kemudian dilakukan perbandingan dengan standar mutu yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Pengolahan Kedelai (Tahu).

Berdasarkan hasil uji kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang dimiliki oleh limbah cair tahu yaitu 7057,2 mg/L, kemudian kadar BOD yaitu 13,6 mg/L, kadar TSS yaitu 252,00 mg/L dan pH 3,71. Hasil uji yang diperoleh menunjukkan bahwa limbah cair tahu belum memenuhi batas ambang baku mutu yang berlaku. Apabila limbah cair ini langsung dibuang ke aliran sungai maka akan menyebabkan pencemaran pada perairan serta menghasilkan bau busuk.

Tingginya dampak limbah cair industri tahu terhadap lingkungan terutama pada aliran sungai, maka perlu dilakukan pengolahan limbah cair tersebut untuk menurunkan kadar COD, BOD, TSS dan pH pada limbah cair tahu yang dihasilkan. Salah satu cara pengolahan limbah cair tahu yang dilakukan oleh pemilik usaha industri tahu ini adalah dengan menggunakan larutan 'bios'. Larutan 'bios' merupakan cairan pengurai sekaligus pupuk organik yang secara alami berperan untuk memperkaya nutrisi tanah dan unsur hara yang terkandung di dalamnya.

Penggunaan larutan ini memanfaatkan unsur dekomposer atau pengurai untuk menguraikan komponen-komponen organik yang ada didalam air limbah tahu. Dilakukan pengujian terhadap limbah cair tahu yang sudah diberi larutan 'bios' untuk mengetahui pengaruh larutan tersebut dalam menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada limbah cair tahu. Berikut hasil uji yang telah dilakukan pada limbah cair tahu yang sudah diberi larutan 'bios' didalam kolam.

Berdasarkan hasil dari pengolahan limbah cair tahu menggunakan larutan 'bios', terjadi penurunan pada kadar COD dan BOD. Sedangkan untuk kadar TSS dan pH mengalami kenaikan. Hasil pengolahan limbah cair tahu menunjukkan bahwa kadar COD sebelum diberi larutan 'bios' pada limbah adalah 7057,2 mg/L berkurang menjadi 343,95 mg/L setelah diberi larutan 'bios'. Pengujian kadar COD mengacu pada metode standar SNI 6989.73:2009. Nilai COD tersebut merepresentasikan kuantitas oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh materi organik dalam limbah cair tahu melalui reaksi kimia, mencakup senyawa yang dapat diurai oleh mikroorganisme maupun yang bersifat resisten terdegradasi [17]. Dengan terjadinya penurunan kadar COD menunjukkan penggunaan larutan 'bios' memberi pengaruh terhadap kadar COD pada limbah cair tahu.

COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan- bahan organik secara kimiawi [18] [7]. Degradasi dan sedimentasi bahan organik yang berlangsung selama proses pengolahan berbanding lurus dengan waktu retensinya; semakin lama durasinya, semakin signifikan penurunan kadar COD nya [19]. Pada penelitian ini, penurunan tersebut diawali melalui mekanisme anaerob yang mengubah polutan organik menjadi asam asetat dan metana, yang kemudian disempurnakan melalui sistem aerob dengan bantuan suplai oksigen konstan untuk mengoksidasi sisa polutan. Kinerja sistem ini didukung oleh penambahan larutan 'Bios' yang mengandung mikroba penghasil enzim spesifik. Enzim protease memegang peranan penting dalam mengatalisis pemecahan protein menjadi amonia. Keberadaan enzimatis inilah yang pada akhirnya mempercepat penguraian zat organik dan menurunkan beban COD pada limbah cair tahu secara keseluruhan.

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa organik yang ada dalam air limbah tahu [20]. Uji analisis BOD dilakukan menggunakan metode SNI 6989.72:2009. Pengukuran konsentrasi BOD pada limbah cair tahu ditujukan untuk mengidentifikasi tingkat serta beban pencemaran yang ditimbulkan oleh air buangan tersebut terhadap lingkungan [21]. Nilai kadar BOD sebelum diberi larutan 'bios' adalah 1365,6 mg/L menjadi 73,23 mg/L setelah diberi larutan 'bios'.

Tingginya nilai BOD pada suatu limbah yang diuji mengindikasikan bahwa terdapat banyaknya senyawa organik di dalam limbah tersebut, sehingga banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik. Selanjutnya, adanya penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu dikarenakan proses fermentasi bahan organik



menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan dari mikroorganisme pada larutan 'bios'. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa adanya interaksi antara bakteri asam laktat dengan jamur fermentasi dapat menurunkan nilai BOD lebih cepat bila dibandingkan dengan proses penguraian senyawa organik secara alamiah [22]. Adapun nilai BOD yang dihasilkan setelah pemberian larutan 'bios' sudah memenuhi standar baku mutu pada Permen LH No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Pengolahan Kedelai (Tahu).

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan larutan 'bios' pada pengolahan limbah cair tahu berpengaruh terhadap perubahan parameter kualitas air, meliputi BOD, COD, TSS, dan pH. Berdasarkan hasil pengujian, nilai BOD dan pH limbah cair tahu setelah perlakuan larutan *bios* telah memenuhi baku mutu air limbah sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Temuan ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme dalam larutan 'bios' berpotensi dalam menurunkan beban pencemar limbah cair industri tahu. Namun demikian, efektivitas pengolahan masih dapat ditingkatkan melalui penambahan waktu kontak antara limbah cair dan larutan 'bios'. Dengan demikian, penerapan larutan *bios* dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pengolahan limbah cair tahu sebelum dibuang ke lingkungan perairan.

5. Referensi

- [1] T. Deffy, W. Nilandita, and I. Munfarida, "Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Larutan EM4 secara Anaerob-Aerob," *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, vol. 17, no. 3, pp. 233–241, Nov. 2020, doi: 10.14710/PRESIPITASI.V17I3.233-241.
- [2] J. T. Nugraha, B. Utomo, and K. Soeryodarundio, "Analisis Pemberian Bakteri Probiotik Komersial pada Air Buangan Industri Tahu Terhadap Perubahan Kadar BOD dan DO dengan Interval Waktu Inkubasi 8 Jam," *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil*, vol. 2, no. 3, pp. 409–420, Jul. 2024, doi: 10.61132/konstruksi.v2i3.476.
- [3] W. P. Pangestu, H. Sadida, and D. Vitasari, "Pengaruh Kadar BOD, COD, pH dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Media Filter Adsorben Alam dan Elektrokoagulasi," *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 2, pp. 74–80, Sep. 2021, doi: 10.33084/mitl.v6i2.2376.
- [4] Y. Patmawati, A. Alwathan, and I. A. Azizi, "Effective Microorganism-4 (EM-4) pada Proses Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu," *Media Perspektif: Journal of Technology*, vol. 13, no. 1, p. 37, Oct. 2021, doi: 10.46964/jtmp.v13i1.1315.
- [5] R. R. S. Rahmah, "Efektivitas Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Bod (Biochemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid) pada Limbah Cair Industri Tahu Kelurahan Sialang Munggu Kota Pekanbaru," *Kesmaspedia: Jurnal Riset Kesehatan Masyarakat*, vol. 1, no. 1 EDISI SEPTEMBER, pp. 12–19, Sep. 2024, Accessed: Aug. 09, 2026. [Online]. Available: <https://kesmaspedia.com/index.php/kp/article/view/3>
- [6] A. A. Amri and T. Widayatno, "Penurunan Kadar BOD, COD, TSS, dan PH pada Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Biofilter," *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, vol. 8, no. 1, p. 6, Feb. 2023, doi: 10.31942/inteka.v18i1.8089.
- [7] F. Alya and H. Haryanto, "Pengaruh Waktu Kontak dan Bobot Biomassa Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Terhadap Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Rumah Sakit dengan Metode Fitoremediasi," *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, vol. 4, no. 2, pp. 1–8, Sep. 2022, doi: 10.35970/jppl.v4i2.1469.



- [8] N. N. Ramadiyanti, H. D. Prasetyo, and H. Latuconsina, "Dynamics of Dissolved Oxygen During the Phytoremediation Process Combination of Water spinach (*Ipomoea aquatica*) and Java Fern (*Microsorium pteropus*) at the Fecal Waste Treatment Plant," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sains Unisma Malang*, vol. 1, no. 2, pp. 50–55, Aug. 2023, doi: 10.33474/JIMSUM.V1I2.22566.
- [9] N. Ramadiyanti, H. D. Prasetyo, and H. Latuconsina, "Dinamika Oksigen Terlarut Selama Proses Fitoremediasi Kombinasi Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dan Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*) di Instalasi Pengolahan Limbah Tinja," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sains Unisma Malang*, vol. 2, no. 1, pp. 51–56, Feb. 2024, doi: 10.33474/JIMSUM.V2I1.20784.
- [10] L. Lastri and J. H. L. Tobing, "The Effect of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*), Watercress (*Nasturtium officinale*), and Genjer (*Lemna minor*) on Domestic Wastewater Quality," *Jurnal Biologi Tropis*, vol. 25, no. 4b, pp. 102–110, Nov. 2025, doi: 10.29303/jbt.v25i4b.10592.
- [11] K. Kamsul, S. Sukarjo, S. A. Shalsabila, F. Irsya, I. Rusdiana, and W. Fajriani, "Dampak Limbah Industri Tahu terhadap Kualitas Lingkungan," *Galen: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, vol. 1, no. 2, pp. 268–275, Jul. 2025, doi: 10.71417/galen.v1i2.29.
- [12] I. G. Y. S. Tangeb, S. Supriatna, and W. S. Pranowo, "Dinamika Total Suspended Solid (TSS) Berdasarkan Citra Landsat 8 Oli Pada Alur Pelayaran Pelabuhan Patimban, Subang, Jawa Barat," *Jurnal Kelautan Nasional*, vol. 18, no. 2, p. 79, May 2023, doi: 10.15578/jkn.v18i2.12628.
- [13] N. L. E. Wahyuni *et al.*, "Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Adsorpsi Secara Kontinyu," *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, vol. 9, no. 2, pp. 140–150, Aug. 2023, doi: 10.22487/kovalen.2023.v9.i2.16446.
- [14] M. A. Febrianto, A. Sujiwa, M. Shofwan, and D. Majid, "Penurunan Kadar BOD, COD dan Turbidity Limbah Cair Industri Batik Melalui Metode Kombinasi Pretreatment Filtrasi Adsorpsi dan Elektrokoagulasi," *Jurnal Reka Lingkungan*, vol. 11, no. 3, pp. 258–269, Jan. 2024, doi: 10.26760/rekalingkungan.v11i3.258-269.
- [15] G. M. Sarayya, K. Kamsul, A. F. Wulanda, M. Maksuk, and M. Sopiarti, "Penerapan Metode Filtrasi Sebagai Upaya Penurunan BOD dan Kekeruhan pada Limbah Cair Tahu," *Jurnal Entitas Kesehatan*, vol. 1, no. 1, pp. 8–13, Jan. 2026, doi: 10.64465/jek.v1i1.69.
- [16] H. Purnata, S. Rahmat, N. A. Ilahi, N. A. Triwuri, and A. F. Pratiwi, "Pengolahan Limbah Cair Batik dengan Elektrokoagulasi dan Filtrasi-Adsorpsi untuk Keberlanjutan," *Room of Civil Society Development*, vol. 4, no. 1, pp. 197–210, Feb. 2025, doi: 10.59110/rcsd.528.
- [17] W. N. Ramli, I. A. Nugraheni, and A. Bimantara, "Potensi Bakteri Amilolitik Sebagai Agen Bioremediasi Limbah Cair Industri Pengolahan Mi Lethak," in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, Mar. 2025, pp. 96–111. Accessed: Aug. 09, 2026. [Online]. Available: <https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/proseminaslppm/article/view/997>
- [18] M. A. Aufa, G. L. Utama, M. Mansyur, U. Subhan, and I. S. Bin Sukarman, "Utilization of Tofu Wastewater as a Fish Supplement: Impact on Fish and Economic Analysis," *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, vol. 22, no. 3, pp. 950–963, Nov. 2025, doi: 10.14710/PRESIPITASI.V22I3.950-963.
- [19] K. Kiswanto and W. Wintah, "Addition of EM-4 (Effective Microorganisms-4) to Reduce BOD (Biological Oxygen Demand) of Batik Cap Waste in Pekalongan City," *E3S Web of Conferences*, vol. 605, p. 03002, Jan. 2025, doi: 10.1051/e3sconf/202560503002.
- [20] D. Wibowo, A. A. Nadi, and W. Ndibale, "Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas: Optimasi Laju Pertumbuhan Bakteri dalam Produksi Gas HCHO dan TVOC," *Jurnal Rekayasa Hijau*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, Mar. 2025, doi: 10.26760/jrh.v9i1.1-10.
- [21] N. N. R. Rustiana *et al.*, "Pemanfaatan Limbah Produksi Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair Desa Sukasukur," *Jurnal Pengabdian Pendidikan Masyarakat (JPPM)*, vol. 6, no. 1, pp. 48–52, Mar. 2025, doi: 10.52060/jppm.v6i1.2588.



- [22] A. F. D. Dewi, D. N. S. A. Fernanda, M. Z. Irfan, T. C. Celloiva, Moh. F. Gezali, and Moh. D. Rachmadani, "Eco-Farming Revolution: Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Cair Unggulan," *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, vol. 3, no. 4, pp. 1063–1068, May 2025, doi: 10.31004/jerkin.v3i4.528.