



POTENSI *ECOENZYME* DARI RUMPUT BEBEK (*Lemna minor*) DALAM MENURUNKAN KADAR BOD PADA AIR LIMBAH *LAUNDRY*

Made Vivi Oviantari*, I Made Gunamantha, Riyan Wibawa

Program Studi Kimia Terapan, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha
Jalan Udayana-Singaraja, Bali

*Korespondensi penulis: made.vivi@undiksha.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan *ecoenzyme Lemna minor* dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah *laundry* serta menganalisis parameter pendukung seperti perubahan warna, bau, pH dan TDS pada sampel tersebut. Dalam menentukan kadar BOD pada penelitian ini, diawali dengan menentukan kadar BOD pada air limbah *laundry* dan *ecoenzyme*, kemudian ditentukan kadar BOD pada air limbah yang ditambahkan *ecoenzyme* dengan variasi komposisi *ecoenzyme*:limbah (1:1; 1:2; 1:3; 2:1 dan 3:1) dan waktu kontak (1.5, 10, 15, 20, 25 hari) dengan menggunakan instrumen DO meter, kadar TDS dianalisis dengan TDS meter serta nilai pH dianalisis dengan pH meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar BOD pada *ecoenzyme* berada di kisaran 5 – 0,4 mg/L, lalu untuk air limbah berada di kisaran 61 – 69 mg/L dan kadar BOD pada sampel aplikasi mengalami penurunan sekitar 87% yaitu sekitar 0,55 mg/L. Kadar TDS dan pH pada *ecoenzyme* dan sampel aplikasi mengalami penurunan, sedangkan kadar TDS pada air limbah mengalami peningkatan seiring waktu kontak. *Ecoenzyme Lemna minor* dan sampel aplikasi mengalami perubahan warna dan bau semakin lama semakin tidak menyengat, sedangkan untuk air limbah *laundry* tidak mengalami perubahan warna, tetapi bau yang dihasilkan semakin lama semakin membusuk.

Kata Kunci: Air limbah *Laundry*, *Ecoenzyme Lemna minor*, Kadar BOD

1. Pendahuluan

Padatnya jumlah penduduk di perumahan menyebabkan peningkatan bahan buangan baik organik maupun non organik, termasuk limbah cair domestik. Limbah cair domestik atau limbah rumah tangga merupakan salah satu jenis limbah cair hasil buangan dari sektor perumahan, seperti salah satunya limbah sisa deterjen atau limbah *laundry* [1]. Air limbah *laundry* banyak mengandung komponen kimia organik yang tinggi sehingga berpotensi memberikan dampak pencemaran lingkungan jika terdapat berlebih di lingkungan [2].

Bahan organik merupakan salah satu bahan yang dapat menimbulkan masalah pencemaran jika konsentrasinya melebihi baku mutu yang diperbolehkan untuk masuk ke lingkungan. Selain itu mampu menimbulkan kerusakan lingkungan sekitar serta berdampak pada kesehatan manusia dalam jangka waktu yang cukup lama [2]. Apabila limbah dari bahan organik masuk ke perairan secara berlebihan, akan mengakibatkan pertumbuhan mikroorganisme air atau eutrofikasi. Pertumbuhan mikroorganisme pada perairan secara berlebihan dapat mengganggu ekosistem makhluk hidup di air [3].

Oleh karena itu kadar bahan organik yang terdapat pada air limbah yang sebelum dibuang ke lingkungan harus memenuhi baku mutu lingkungan. Terdapat beberapa cara dalam menurunkan kadar bahan organik dalam air limbah diantaranya dengan melakukan penambahan oksidator yaitu dengan menambahkan zat-zat yang dapat mengoksidasikan polutan dalam air seperti Kaporit dan Hidrogen Peroksida, bisa juga dengan melakukan biofilter anaerob yaitu dengan memanfaatkan batu, kerikil, karbon aktif. Namun cara - cara tersebut masih kurang efektif dikarenakan menciptakan sumbatan yang dihasilkan dan tidak bisa menyerap kandungan minyak sehingga mengurangi kinerjanya. Salah satu alternatif untuk mengatasi pencemaran air limbah yaitu dengan menggunakan teknologi *ecoenzyme*. Teknologi *ecoenzyme* merupakan hasil fermentasi bahan alam yang berwarna coklat muda atau tua dengan aroma khas hasil fermentasi. *Ecoenzyme* ini dapat dimanfaatkan



sebagai pembersih rumah tangga, pupuk, disinfektan, dan bahkan bisa digunakan untuk menurunkan kadar BOD pada air limbah [4]. Oleh karena itu diciptakan sebuah penelitian untuk memperkuat penelitian-penelitian sebelumnya menggunakan berbagai jenis *ecoenzyme*, yang mana pembaharuan pada penelitian ini yakni menggunakan *ecoenzyme* berbahan dasar tanaman rumput bebek (*Lemna minor*) dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah. *Lemna minor* adalah tanaman air yang tumbuh mengapung bebas dengan tingkat penyebaran yang sangat luas dan berkualitas tinggi. *Lemna minor* lebih dikenal sebagai gulma di perairan yang cenderung sulit untuk dikendalikan, namun tanaman ini mampu mengurangi kadar bahan organik dalam air limbah dengan mensuplai oksigen ke dalam air limbah sehingga mampu mempengaruhi proses degradasi bahan organik yang terkandung [5]. Selain itu tanaman *Lemna minor* dinyatakan dapat meremediasi atau menyerap zat-zat berbahaya pada air limbah dengan sangat efektif seperti logam Cu atau logam berat lainnya [6]. Selain itu, tanaman ini cocok digunakan sebagai penghilang toksisitas air limbah guna menciptakan tindakan sanitasi lingkungan (penguat perkembangan tumbuhan), sehingga *ecoenzyme Lemna minor* diharapkan mampu menurunkan kadar bahan organik pada air limbah domestik khususnya limbah *laundry*.

Paramater yang umumnya digunakan untuk mengetahui kadar bahan organik dalam air limbah diantaranya BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TOC (*Total Organic Carbon*), DO (*Dissolved Oxygen*), TOF (*Total Organic Fluorine*) dan TOM (*Total Organic Matter*) [7]. Namun pada Limbah domestik umumnya mengandung kadar BOD yang tinggi. BOD merupakan kuantitas oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik yang terkandung di dalam air limbah dengan menggunakan proses biologi dan kimia yang terjadi [8]. Metode pengukuran BOD terdiri dari pengukuran kadar oksigen terlarut awal (DO_i) dalam sampel uji, kemudian mengukur kadar oksigen terlarut dari sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari dalam gelap, dan suhu tetap konstan (20°C) umumnya dikenal sebagai DO₅ [9].

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *ecoenzyme* dari *Lemna minor* terhadap kadar BOD pada air limbah *laundry*, variasi waktu kontak serta komposisi optimal dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah *laundry* dengan memanfaatkan *ecoenzyme* dari *Lemna minor*, dan pengaruh *ecoenzyme* dari *Lemna minor* terhadap kadar TDS, nilai pH dan analisis pengamatan fisik pada air limbah *laundry*.

2. Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan Juni 2022. Preparasi sampel dan analisis kadar BOD dilakukan di Laboratorium Program Studi D4 Kimia Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha.

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek Penelitian berupa *Ecoenzyme* yang berbahan dasar rumput bebek (*Lemna minor*) dan air limbah dari selokan, air limbah *laundry*, dan air lindi. Objek dalam penelitian ini adalah Kadar BOD, pH, TDS, bau, dan warna.

Metode Pengumpulan Data

Tahap Pembuatan *Ecoenzyme Lemna minor* dan preparasi sampel air limbah *laundry*

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah campuran gula merah, bahan organik berupa *Lemna minor* atau rumput bebek, dan air dengan perbandingan 1:3:10 yaitu sebanyak 25 g gula merah, 75 g *Lemna minor*, dan air 250 mL yang kemudian difermentasi selama interval waktu 3 bulan dan 5 bulan dengan memasukkan semua bahan ke dalam botol plastik berukuran 250 ml sebanyak 8 botol. Sampel air limbah *laundry*, kemudian ditambahkan *ecoenzyme* baik yang fermentasi 3 bulan maupun yang 5 bulan dan dilakukan pengamatan di gelas beker atau wadah kaca selama 25 hari pada suhu ruang untuk dianalisis kadar BOD dengan variasi perbandingan antara *ecoenzyme* dan air limbah yang disajikan pada **Tabel 1**.



Tabel 1. Variasi Perbandingan Komposisi

| Nama Sampel Uji | Perbandingan | |
|-----------------|------------------|------------|
| | <i>Ecoenzyme</i> | Air Limbah |
| Eco 1 | 1 | 1 |
| Eco 2 | 1 | 2 |
| Eco 3 | 1 | 3 |
| Eco 4 | 2 | 1 |
| Eco 5 | 3 | 1 |

Penentuan Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Penentuan kadar BOD pada air limbah *laundry* dilakukan menggunakan metode analisis *Dissolved Oxygen* yaitu dengan melakukan analisis kadar oksigen terlarut terlebih dahulu terhadap sampel air limbah *laundry* menggunakan alat DO Meter dan diperoleh hasil analisis DO 0 dan DO 5 pada setiap variasi komposisi dan variasi waktu kontak. Selanjutnya dilakukan perhitungan kadar BOD dari data uji oksigen terlarut dengan **Persamaan 1** berikut:

$$\text{BOD} = C_0 - C_5 \quad (1)$$

Ket:

C_0 = Kadar DO pertama/nol pada sampel uji (mg/L)

C_5 = Kadar DO lima hari pemeraman setelah uji DO awal (mg/L)

Metode dan Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data pH, TDS, bau, dan warna serta data ini dianalisis secara deskriptif komperatif. Selain itu juga diperoleh data kuantitatif dari kadar BOD air limbah sebelum dan sesudah penambahan *Ecoenzyme Lemna minor*. Data tersebut kemudian dihitung persentase penurunan kadar BOD dengan **Persamaan 2** berikut:

$$\% \text{ penurunan kadar BOD} = \frac{\text{Kadar BOD awal} - \text{kadar BOD akhir}}{\text{kadar BOD awal}} \times 100 \% \quad (2)$$

Data parameter pengamatan terkait *ecoenzyme* disajikan dalam bentuk tabel serta untuk kadar BOD yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk waktu kontak optimal dan variasi komposisi optimal antara limbah domestik dan *ecoenzyme* dilihat dari persentase penurunan kadar BOD tertinggi. Kemudian kadar BOD akan dibandingkan dengan standar mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah [10].

3. Hasil Dan Pembahasan

Analisis BOD, TDS, pH dan Pengamatan Fisik Pada *Ecoenzyme*

Pada proses analisis kadar BOD pada *ecoenzyme Lemna minor* ditentukan menggunakan instrumen DO meter dengan prinsip kerja yaitu terdapat *probe* oksigen pada instrumen yang terdiri dari katoda dan anoda yang pada umumnya menggunakan katoda perak (Ag), dan anoda timbal (Pb) yang dilapisi larutan elektrolit, kemudian *probe* tersebut dicelupkan ke dalam sampel sehingga mampu mendeteksi nilai DO dalam satuan mg/L, kemudian dihitung DO₅ dan memperoleh nilai BOD [11].

Analisis kadar BOD pada sampel *ecoenzyme Lemna minor* disajikan pada **Gambar 1**, yang mana pada tabel tersebut menunjukkan kadar BOD yang rendah yaitu berada di kisaran 0,4 – 5,1 mg/L. Secara umum,



kadar BOD pada *ecoenzyme* semakin menurun seiring dengan meningkatnya waktu pengeraman, hal ini dikarenakan oleh bahan organik di dalam *ecoenzyme* semakin sedikit yang dirombak oleh mikroorganisme, yang kemudian menghasilkan produk metabolisme mikroorganisme sehingga mampu menghentikan aktivitas biologis dari mikroorganisme itu sendiri di dalam *ecoenzyme*. Pernyataan ini sejalan dengan pernyataan yang diungkapkan oleh Rohmah *et al.* [12] dan Syarafina [13], yang mana penurunan kadar BOD diakibatkan oleh proses metabolisme mikroorganisme di dalam *ecoenzyme* yang kemudian menghasilkan senyawa alkohol dan asam asetat yang terbagi menjadi 2 reaksi yaitu sebagai berikut.

1. Reaksi fermentasi alkohol yaitu reaksi pengubahan glukosa menjadi etanol (etil alkohol) dan karbon dioksida. Hal yang pertama terjadi yaitu hidrolisis piruvat dengan molekul air sehingga melepaskan karbon dioksida dari piruvat dan mengubahnya menjadi asetaldehida berkarbon dua. Asetaldehida direduksi NADH menjadi etanol sehingga meregenerasi NAD^+ yang dibutuhkan untuk glikolisis. Mikroorganisme yang terlibat pada umumnya adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces bayanus*. Reaksi kimia yang terjadi dituliskan sebagai berikut.

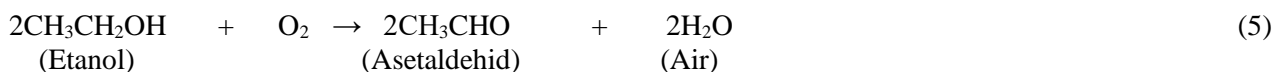


Reaksi yang terjadi pada fermentasi ini yaitu secara anaerob. Etanol adalah hasil utama fermentasi tersebut, disamping produk lainnya seperti asam asetat.

2. Reaksi fermentasi asam asetat yang dilakukan oleh bakteri asam asetat (*Acetobacter aceti*) dengan substrat etanol. Jika diberikan cukup oksigen, mikroorganisme ini dapat memproduksi asam asetat dari bahan organik yaitu rumput bebek (*Lemna minor*). Reaksi pembentukan asam asetat dituliskan sebagai berikut.



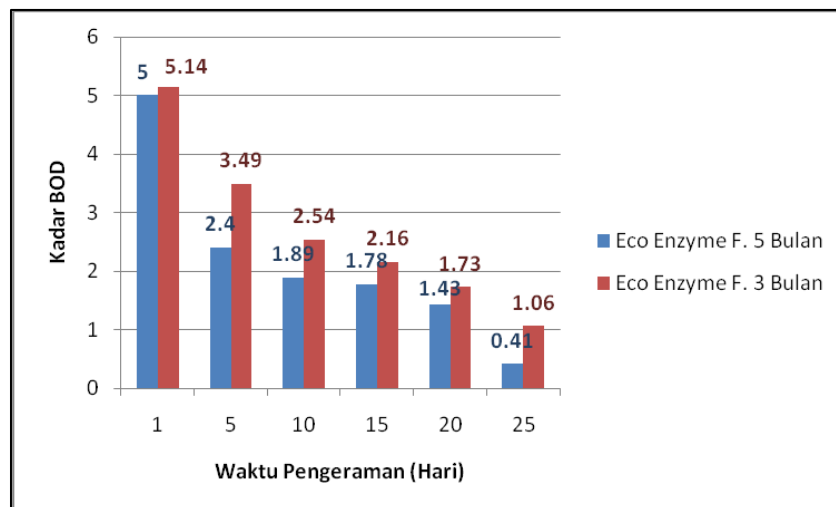
Reaksi ini terjadi secara aerob. Pada fermentasi ini terjadi pembentukan asam asetat, dimana terjadi perubahan etanol menjadi asam asetat melalui pembentukan asetaldehid dan dibantu kembali oleh suplai oksigen dengan reaksi sebagai berikut.



↓ Reaksi Lanjutan



Pada proses fermentasi tersebut, mikroorganisme akan mengalami fase stationer atau fase kematian yang disebabkan oleh habisnya cadangan makanan saat bereaksi, lalu hasil metabolisme dalam bentuk senyawa alkohol dan asam asetat akan membunuh bakteri itu sendiri. Kadar BOD yang terkandung pada *ecoenzyme* fermentasi 5 bulan memiliki angka penurunan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan *ecoenzyme* fermentasi 3 bulan. Grafik perbandingan kadar BOD *Ecoenzyme Lemna minor* disajikan pada **Gambar 1** di bawah ini.



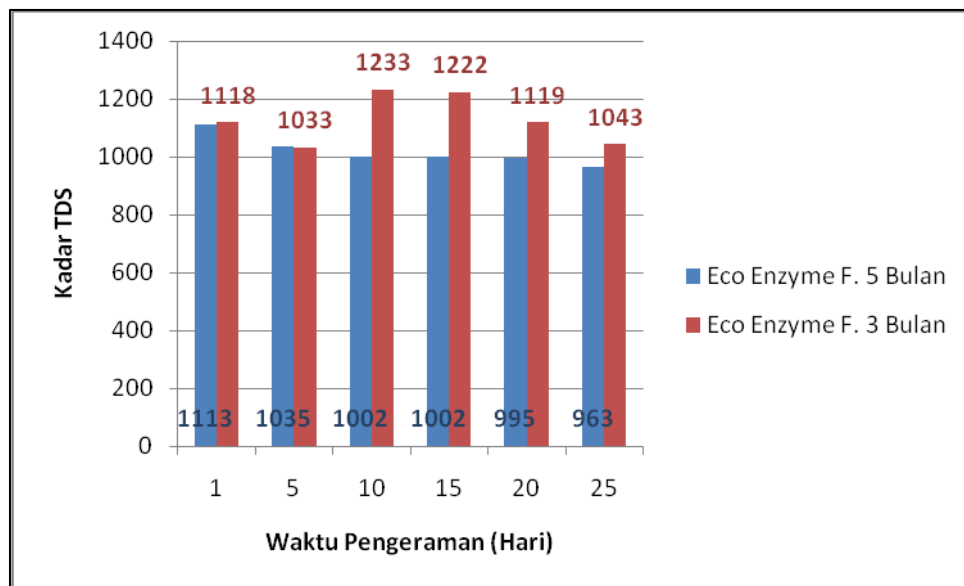
Gambar 1 Perbandingan Kadar BOD *Ecoenzyme Lemna minor*

Selain penentuan BOD, nilai TDS dan pH sangatlah penting dalam menentukan kualitas dari *ecoenzyme* yang telah dibuat. Analisis TDS ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak kandungan padatan terlarut di dalam *ecoenzyme*, yang mana kadar TDS dilakukan menggunakan instrumen TDS meter dengan prinsip kerja yaitu menggunakan sensor TDS berupa dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel, sehingga mampu mendeteksi pergerakan padatan terlarut [14] yang mana sensor TDS dicelupkan sampel uji sedalam ± 5 cm dan tahan selama 2 menit untuk mencari posisi stabil, lalu menekan tombol “HOLD” pada TDS meter agar hasil pengukuran konstan. Nilai TDS pada kedua *ecoenzyme* ini mengalami penurunan yaitu berkisar 900- sampai 1100 ppm. Nilai tersebut mengalami penurunan selama waktu pengeraman dan titik terendah berada di waktu 25 hari pada kedua *ecoenzyme*.

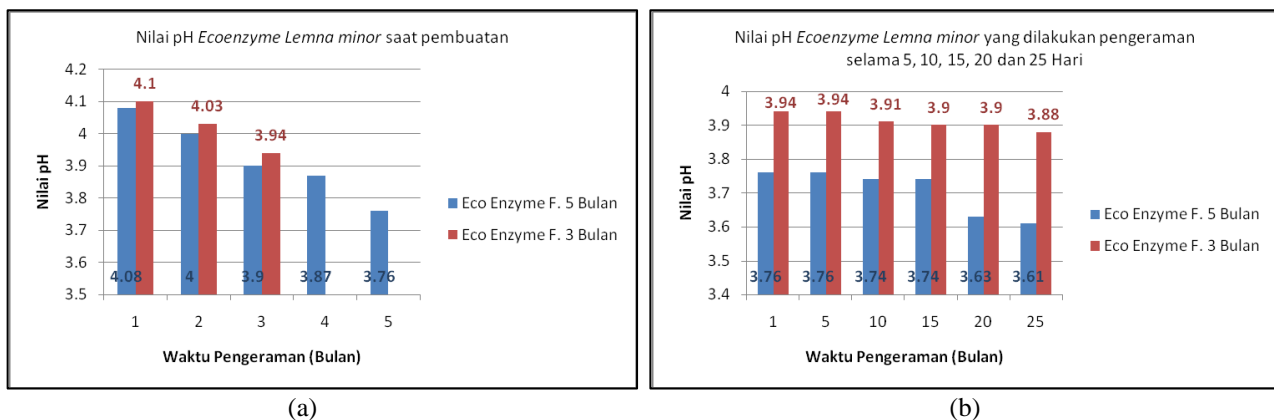
Penurunan nilai TDS yang dihasilkan disebabkan oleh sedikitnya akumulasi bahan organik dan molase sebagai substrat di dalam proses pengeraman hal ini sejalan dengan pernyataan [4] yang mana pada penelitian mereka menyatakan bahwa akumulasi bahan organik dan molase berfungsi sebagai substrat dalam fermentasi yang menjadi factor pendorong tinggi rendahnya nilai TDS pada *ecoenzyme*, serta nilai TDS juga dipengaruhi oleh waktu fermentasi *ecoenzyme* yang berkaitan dengan pembentukan substrat di dalam proses fermentasi, lalu untuk nilai parameter pH dipengaruhi oleh proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme pada *ecoenzyme* [15].

Untuk menguji parameter pH menggunakan instrument pH meter dengan prinsip kerja yaitu terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca (*glass* elektroda) dengan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan, kemudian sensor tersebut dicelupkan ke dalam larutan dan akan memperoleh nilai derajat keasaman atau pH. Nilai pH dari kedua *ecoenzyme* saat fermentasi berada pada rentang 3,76 – 4,10 dan pada saat dilakukan pengeraman selama 25 hari, mengalami penurunan yaitu berada pada nilai terendah yaitu 3,61.

Hal ini sesuai dengan standar mutu pH *ecoenzyme* yaitu sudah sesuai dengan penelitian Dr. Rasukon Poonpanvong selaku penemu teknologi *ecoenzyme* yaitu di bawah 4,50. Penurunan nilai pH yang dihasilkan akibat degradasi bahan organik oleh mikroorganisme yang berkaitan dengan lamanya fermentasi *ecoenzyme* yang sesuai dengan pernyataan [15] yang mana disana dinyatakan bahwa nilai parameter pH akan berkurang atau semakin asam seiring waktu fermentasi karena adanya aktivitas degradasi bahan organik oleh mikroorganisme yang ada apa *ecoenzyme* yang menghasilkan senyawa asam asetat. Nilai TDS dan pH yang terkandung pada *ecoenzyme* dengan fermentasi 5 bulan memiliki angka penurunan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan dengan *ecoenzyme* dengan fermentasi 3 bulan. Grafik kadar TDS dan pH *Ecoenzyme Lemna minor* di sajikan pada **Gambar 2** dan **3** di bawah ini.



Gambar 2. Perbandingan Kadar TDS pada *Ecoenzyme Lemna minor*



Gambar 3 Perbandingan Nilai pH pada *Ecoenzyme Lemna minor* saat (a) Pembuatan dan (b) Proses Pengeraman

Ecoenzyme Lemna minor ini tidak hanya dilakukan analisis secara kimiawi, namun dilakukan analisis secara fisik yaitu analisis bau dan warna. Dari kedua parameter analisis tersebut menunjukkan bahwa *ecoenzyme* layak digunakan sesuai dengan yang telah disajikan pada **Tabel 2** dan **3**, yang mana data tersebut menunjukkan perubahan warna yang semakin lama semakin mencoklat yang disebabkan oleh tingginya reaksi pembusukan bahan organik dengan penambahan gula merah yang pada dasarnya berwarna coklat sedangkan untuk bau yang dihasilkan semakin lama semakin tidak menyengat.

Tabel 2. Analisis Bau, Warna dan pH saat *Ecoenzyme* Sedang Dibuat

| Eco Enzyme F. 5 Bulan | | | | Eco Enzyme F. 3 Bulan | | | |
|-----------------------|-------|-------|------|-----------------------|--------|-------|------|
| Bulan | Bau | Warna | pH | Bulan | Bau | Warna | pH |
| 1 | MCD++ | CH++ | 4.08 | 1 | MCD ++ | CH++ | 4.10 |



| | | | | | | | |
|---|-------|------|------|---|-------|------|------|
| 2 | MBD++ | CH++ | 4.00 | 2 | MBD++ | CH++ | 4.03 |
| 3 | AMB++ | CH+ | 3.90 | 3 | AMB++ | CH+ | 3.94 |
| 4 | AM++ | KC | 3.87 | | | | |
| 5 | AM++ | KC | 3.76 | | | | |

Tabel 3. Analisis Bau, Warna dan pH Saat *Ecoenzyme* Dipindahkan Ke Dalam Gelas dan Dilakukan Pengeraman

| Waktu Pengeraman (Hari) | Eco Enzyme F. 5 Bulan | | | | Eco Enzyme F. 3 Bulan | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------|------|------|-----------------------|-------|------|------|
| | Bau | Warna | pH | Suhu | Bau | Warna | pH | Suhu |
| 1 | AM++ | KC | 3.76 | 27.0 | AMB ++ | CH | 3.94 | 28.3 |
| 5 | AM++ | KC | 3.76 | 27.0 | AMB++ | CHK | 3.94 | 28.2 |
| 10 | AM+ | KC | 3.74 | 26.2 | AM++ | CHK | 3.91 | 27.3 |
| 15 | AM+ | C | 3.74 | 26.2 | AM++ | CHK | 3.90 | 27.1 |
| 20 | AM+ | C | 3.63 | 25.8 | AM++ | KC | 3.90 | 26.8 |
| 25 | AM+ | C | 3.61 | 25.2 | AM+ | KC | 3.88 | 26.5 |

Keterangan:

- F : Fermentasi
MCD : Manis Campur Aroma Daun
MBD : Manis + Busuk + Aroma Daun
AMB : Asam + Manis + Busuk
+ : Tingkat menyengatnya aroma
CH : Coklat Kehijauan
KC : Kuning Kecoklatan
C : Coklat

Analisis BOD, TDS, pH dan Pengamatan Fisik Pada Limbah *Laundry*

BOD adalah salah satu parameter kualitas air di Indonesia berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 [16]. BOD dalam air dikaji untuk yang menggambarkan banyaknya zat organik yang terlarut dalam air tersebut yang bertujuan untuk menentukan kualitas air baik air bersih ataupun air limbah. Kadar BOD yang tinggi mencirikan minimnya jumlah oksigen terlarut yang terkandung di dalam sampel air, Menurut Jones dalam Salmin, kondisi tersebut akan berdampak terhadap kematian organisme perairan akibat kekurangan oksigen terlarut (anoxia) sehingga diperlukan analisis BOD agar dapat meminimalisir toksisitas jika nilainya telah diketahui dan dilakukan pengolahan secara biologis [11].

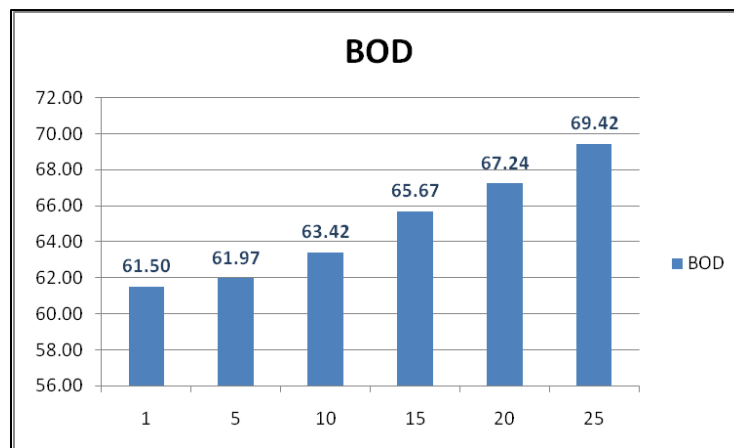
Sama halnya dengan analisis kadar BOD pada sampel air limbah *laundry* yakni menggunakan DO meter, lalu ditentukan nilai DO_0 dan DO_5 sehingga memperoleh kadar BOD yang disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Analisis Kadar BOD dan TDS pada Air Limbah *Laundry*

| Waktu Pengeraman (Hari) | Limbah <i>laundry</i> | |
|-------------------------|-----------------------|------|
| | BOD (mg/L) | TDS |
| 1 | 61.50 | 1979 |
| 5 | 61.97 | 2008 |
| 10 | 63.42 | 2015 |
| 15 | 65.67 | 2043 |
| 20 | 67.24 | 2054 |
| 25 | 69.42 | 2078 |

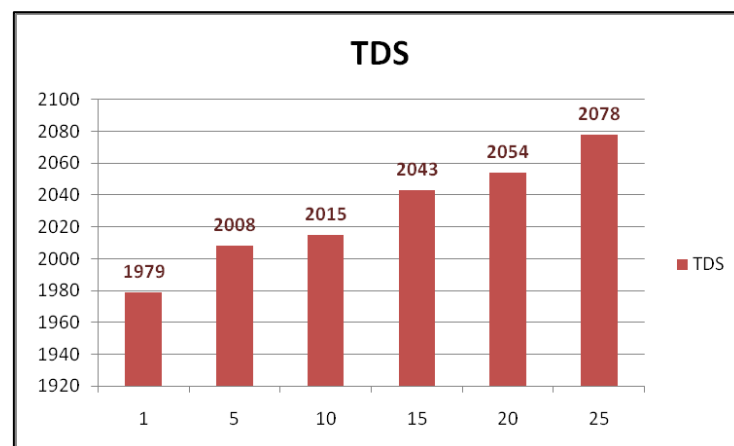


Berdasarkan data **Tabel 4** menunjukkan peningkatan kadar BOD pada air limbah *laundry* yakni dari 61,5 hingga 69,42 mg/L, hal ini terjadi karena suatu limbah tentunya merupakan zat buangan sehingga terjadi pembusukan yang memungkinkan untuk dihuni oleh banyak mikroba yang kemudian dilakukannya aktivitas biologis oleh mikroba itu sendiri dengan memerlukan banyak oksigen. Pernyataan ini sesuai dengan prinsip pada BOD yakni BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme untuk mengoksidasi bahan organik yang terkandung di dalam limbah untuk dijadikannya makanan [2]. Grafik peningkatan kadar BOD yang dialami oleh air limbah *laundry* disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Peningkatan Kadar BOD pada Air Limbah *Laundry*

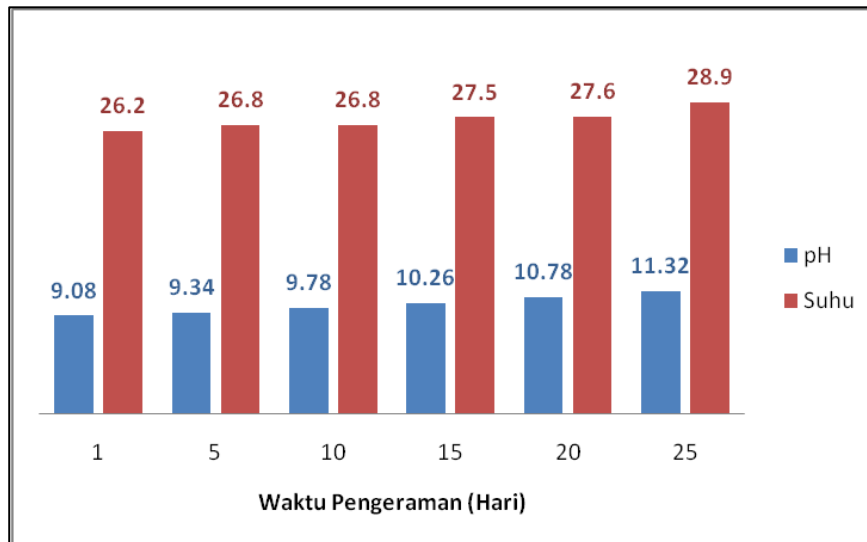
Peningkatan kadar BOD pada air limbah *laundry* sangat berhubungan erat dengan nilai TDS yang dihasilkan, nilai TDS yang dihasilkan pada air limbah *laundry* ini cukup tinggi dan semakin lama semakin meningkat yaitu dari 1900 – 2078 ppm, yang mana air limbah ini bisa dikatakan berbahaya jika berada di lingkungan sekitar karena sudah mendekati kadar rentang standar baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh Permen LH RI No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yaitu kadar BOD yaitu 50 – 100 mg/L dan nilai TDS yang dihasilkan sudah melebihi 2000 ppm [17]. Grafik peningkatan nilai TDS yang dialami oleh air limbah *laundry* disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Peningkatan Nilai TDS pada Air Limbah *Laundry*



Selain itu, pada air limbah *laundry* menghasilkan nilai pH yang sejalan dengan kadar BOD dan TDS yakni mengalami peningkatan dari pH 9 menjadi pH 11,32, dan memang dari awal air limbah ini sudah melebihi standar pH air limbah yaitu berada di kisaran 6-9 yang dicantumkan oleh Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016 [18] dan Pergub Bali No. 8 Tahun 2007 [19], pH limbah tersebut cenderung bersifat sangat basa yang dipastikan memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Tingginya nilai pH ini disebabkan oleh kandungan dari air limbah ini yang cenderung bersifat basa yaitu deterjen dan hal yang menyebabkan terjadinya peningkatan nilai pH ini yaitu karena rendahnya kadar oksigen terlarut yang mengakibatkan suhu air menjadi meningkat, sehingga menyebabkan pH pada air itu meningkat menjadi semakin basa [20]. Grafik hubungan antara nilai pH yang dihasilkan dengan suhu air limbah *laundry* disajikan pada **Gambar 6**.



Gambar 6 Grafik Hubungan Nilai pH dengan Suhu Air Limbah *Laundry*

Air limbah *laundry* ini tidak hanya dilakukan analisis secara kimiawi, namun dilakukan analisis secara fisik yaitu analisis bau dan warna. Dari kedua parameter analisis tersebut menunjukkan bahwa air limbah *laundry* tidak mengalami perubahan, sedangkan untuk bau yang dihasilkan semakin lama semakin timbul bau busuk yang disebabkan adanya aktivitas biologis dari mikroba di dalam air limbah *laundry*.

Aplikasi *Ecoenzyme* terhadap Air Limbah *Laundry*

Analisis Kadar BOD, TDS, dan pH pada Sampel Uji (*Eco* + Air Limbah)

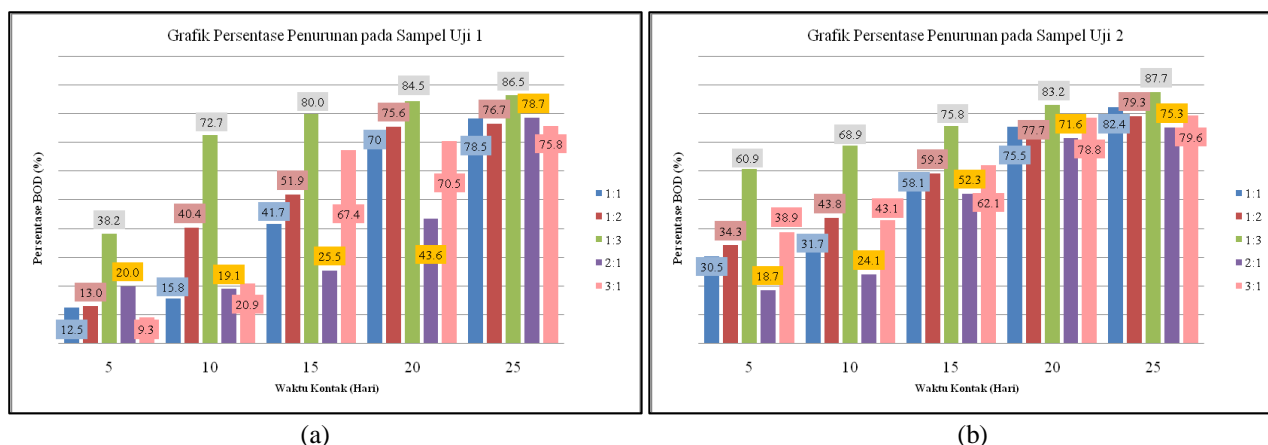
Ecoenzyme Lemna minor dengan lama waktu fermentasi 3 bulan dan 5 bulan diaplikasikan ke air limbah *laundry* dengan waktu kontak selama 25 hari untuk membuktikan apakah terjadi penurunan kadar BOD. Air limbah *laundry* ini memiliki kadar BOD di atas 60 mg/L yang disajikan secara detail pada **Tabel 4**, yang mana setelah itu ditambahkan larutan *ecoenzyme Lemna minor* sesuai variasi komposisi yang telah ditentukan dan dianalisis kadar BOD, TDS, pH dan pengamatan fisiknya. Analisis kadar BOD, TDS dan pH dilakukan pada 2 sampel uji yakni sampel uji 1 berupa aplikasi *ecoenzyme* dengan fermentasi 3 bulan terhadap air limbah sedangkan sampel uji 2 berupa aplikasi *ecoenzyme* dengan fermentasi 5 bulan terhadap air limbah, kemudian setelah dianalisis terkait pengamatan fisik yaitu bau dan warna pada kedua sampel uji tersebut dengan perlakuan yang sama Data penurunan BOD dirangkum pada **Tabel 5** di bawah ini



Tabel 5. Persentase penurunan kadar BOD pada sampel uji 1 (penambahan *ecoenzyme* F. 3 bulan) dan sampel uji 1 (Penambahan *ecoenzyme* F.5 bulan)

| Waktu Kontak (Hari) | Persentase Penurunan (%) Sampel uji 1 | | | | | Persentase Penurunan (%) Sampel uji 2 | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|
| | Perbandingan | | | | | Perbandingan | | | | |
| | 1:1 | 1:2 | 1:3 | 2:1 | 3:1 | 1:1 | 1:2 | 1:3 | 2:1 | 3:1 |
| 5 | 12.5 | 13.0 | 38.2 | 20.0 | 9.3 | 30.5 | 34.3 | 60.9 | 18.7 | 38.9 |
| 10 | 15.8 | 40.4 | 72.7 | 19.1 | 20.9 | 31.7 | 43.8 | 68.9 | 24.1 | 43.1 |
| 15 | 41.7 | 51.9 | 80.0 | 25.5 | 67.4 | 58.1 | 59.3 | 75.8 | 52.3 | 62.1 |
| 20 | 70.0 | 75.6 | 84.5 | 43.6 | 70.5 | 75.5 | 77.7 | 83.2 | 71.6 | 78.8 |
| 25 | 78.5 | 76.7 | 86.5 | 78.7 | 75.8 | 82.4 | 79.3 | 87.7 | 75.3 | 79.6 |

Tabel 5 menunjukkan data terkait penurunan BOD hasil pengaplikasian *ecoenzyme* terhadap air limbah laundry, yang mana persentase penurunan ini menunjukkan bahwa *ecoenzyme Lemna minor* dengan fermentasi 5 bulan lebih efektif daripada dengan fermentasi 3 bulan dalam menurunkan kadar BOD, sehingga mampu menjaga kualitas air limbah dalam keberlangsungan lingkungan. Di tabel tersebut dapat dilihat bahwa pada perbandingan 1:3 memiliki persentase tertinggi dengan rentang nilai 38,2% - 86,5% pada sampel uji dan 60,9% - 87,7% pada sampel uji 2, serta untuk waktu kontak yg efektif tentunya waktu kontak 25 hari di setiap masing-masing sampel uji karena dilihat dari tabel bahwa semakin lama waktu kontak pengeraman campuran tersebut maka semakin tinggi persentasenya. Hal ini dikarenakan oleh bahan organik di dalam sampel tersebut semakin sedikit yang dirombak oleh mikroorganisme. Perombakan itu dibantu oleh *ecoenzyme* karena *ecoenzyme* tersebut akan meningkatkan suplai oksigen, sehingga mampu mempercepat proses degradasi bahan organik dan kandungan asam asetat dan etanol pada *ecoenzyme* akan membunuh mikroorganisme tersebut. Saat proses tersebut juga akan meningkatkan kadar oksigen terlarut yang akan mengakibatkan menurunnya kadar BOD itu sendiri. Berikut grafik persentase penurunan kadar BOD pada masing-masing sampel uji yang disajikan pada **Gambar 7** di bawah ini.



Gambar 7 (a) Persentase Penurunan Kadar BOD pada Sampel Uji 1 (b) Persentase Penurunan Kadar BOD pada Sampel Uji 2

Berdasarkan data berupa analisis kadar TDS dan pH dari sampel uji aplikasi *ecoenzyme* terhadap limbah yang dinyatakan bahwa pada masing-masing sampel uji mengalami penurunan kadar TDS dan nilai pH. Pada sampel uji 1 mengalami penurunan kadar TDS hingga kisaran 617 ppm pada perbandingan 1:3 di waktu kontak



25 hari, hal ini sejalan dengan menurunnya kadar pH yakni berada dikisaran 5-9 dengan nilai paling efektif yakni pH 6,49 pada perbandingan 1:3 di waktu kontak 25 hari sedangkan, pada sampel uji 2 mengalami penurunan yang lebih tinggi dibanding sampel uji 1 yakni untuk kadar TDS mencapai angka 502 ppm pada perbandingan 1:3 di waktu kontak 25 hari dan untuk nilai pH mencapai pH 6,29 pada perbandingan 1:3 di waktu kontak 25 hari.

Analisis Pengamatan Fisik pada Sampel Uji (*Eco* + Air Limbah)

Pada analisis ini, sampel uji yang berupa sampel pengaplikasian *ecoenzyme* terhadap air limbah dilakukan analisis secara fisik dengan melakukan pengamatan bau, dan warna yang terjadi. Berdasarkan data terkait pengamatan warna dan fisik yang terjadi, yang mana pada data tersebut kedua sampel tersebut mengalami perubahan warna menjadi sedikit kekuningan pada perbandingan 1:1, 1:2 dan 1:3 sedangkan pada perbandingan 2:1 dan 3:1 menjadi sedikit kuning kecoklatan, yang mana warna awal air limbah *laundry* sebelum ditambahkan *ecoenzyme* berwarna bening. Untuk pengamatan bau pada kedua sampel kurang lebih sama yakni berbau asam wangi yang bercampur aroma sedikit busuk yang semakin lama semakin memudar.

Perubahan warna tersebut terjadi akibat penambahan *ecoenzyme* yang mana warna dari *ecoenzyme* itu adalah kuning kecoklatan dan untuk kepekatan warna tersebut dipengaruhi oleh perbandingan variasi komposisi antara *ecoenzyme* dengan air limbah itu sendiri sedangkan untuk perubahan bau yang dihasilkan itu diakibatkan oleh adanya reaksi antara *ecoenzyme*, yang mana aroma dari *ecoenzyme* adalah asam segar kemudian bercampur aroma busuk dari air limbah *laundry* dan terkait kepekatan bau yang ditimbulkan dipengaruhi oleh kombinasi senyawa yang dihasilkan yakni senyawa alkoholik yang mana mampu mengurangi menyengatnya aroma busuk yang ada pada air limbah *laundry* dan senyawa asam asetat yang akan menghentikan aktivitas biologis dari mikroorganisme yang ada pada air limbah *laundry* sehingga aroma busuk yang diakibatkan dari aktivitas tersebut sedikit berkurang atau sedikit memudar.

Secara keseluruhan, *ecoenzyme* yang berbahan dasar tumbuhan *Lemna minor* mampu menurunkan kadar BOD secara maksimal dengan persentase 87%. Penurunan kadar BOD menggunakan tanaman *Lemna minor* menghasilkan persentase sekitar 70%, hal itu dituliskan pada penelitian milik endro sutrisno, sehingga pembaharuan berupa pemanfaatan *Lemna minor* menjadi teknologi *ecoenzyme* lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah *laundry* ini.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa *Ecoenzyme Lemna minor* memberikan pengaruh besar pada air limbah *laundry*, yaitu menyebabkan penurunan kadar BOD secara optimal pada waktu kontak 25 hari. Dengan perbandingan optimal yakni 1:3 antara *ecoenzyme* dengan air limbah, yang menghasilkan persentase penurunan mencapai 86,5% untuk *ecoenzyme* fermentasi 3 bulan dan 87,7% untuk *ecoenzyme* fermentasi 5 bulan.

Selain itu, analisis pendukung seperti kadar TDS, nilai pH dan pengamatan fisik mengalami perubahan yaitu kadar TDS dan pH yang dihasilkan mengalami penurunan yang makin lama mencapai rentang standar baku mutu air limbah, serta pengamatan fisik yang dilakukan juga menghasilkan hasil perubahan warna dan bau seiring bertambahnya waktu kontak, hal tersebut mencirikan bahwa air limbah *laundry* sudah tidak banyak mengandung bahan organik pencemar.

Referensi

- [1] P. K. Y. Ryanita, I. N. Arsana, dan N. K. A. Juliasih, "Fitoremediasi Dengan Tanaman Air Untuk Mengolah Air Limbah Domestik," *Jurnal Widya Biologi*, vol. 11, no. 2, pp. 76–89, 2020.
- [2] A. Bayu, P. Wahyuningsih, dan R. Fajri, "Penentuan Nilai Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (Ppks) Medan," *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 4–22, 2020.



- [3] B. Utami, “Perbedaan Kemampuan Fotosintesis Beberapa Tumbuhan Air, Suatu Kajian Ekologis Sebagai Upaya Konservasi Ekosistem Akuatik,” *Efektor*, vol. 2, no. 16, pp. 21–28, 2018.
- [4] N. Rochyani, R. L. Utpalasari, dan I. Dahliana, “Analisis Hasil Konversi Eco Enzyme Menggunakan Nenas (*Ananas comosus*) dan Pepaya (*Carica papaya L.*),” *Jurnal Redoks*, vol. 5, no. 2, pp. 135–140, 2016.
- [5] M. Safitri, Mukarlina, dan T. R. Setyawati, “Pemanfaatan *Lemna minor L.* dan *Hydrilla verticillata (L.f.)* Royle untuk Memperbaiki Kualitas Air Limbah Laundry,” *Jurnal Protobiont*, vol. 8, no. 1, pp. 39–46, 2019.
- [6] R. Irawanto dan A. A. Munandar, “Kemampuan Tumbuhan Akuatik *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum* Sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb),” dalam *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat dan Biodiversitas Indonesia*, vol. 3, no. 3, Des. 2017, pp. 446–452, doi: [10.13057/psnmbi/m030325](https://doi.org/10.13057/psnmbi/m030325).
- [7] E. S. F. Hasibuan, E. Supriyanti, dan S. Sunaryo, “Pengukuran Parameter Bahan Organik Di Perairan Sungai Silugonggo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati,” *Buletin Oseanografi Marina*, vol. 10, no. 3, pp. 299–306, 2021. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.32345>
- [8] T. A. Daroni dan A. Arisandi, “Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan,” *Journal Juvenil*, vol. 1, no. 4, pp. 558–66, 2020.
- [9] W. Atima, “BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah,” *Biosel: Biology Science and Education* 4(1):83, 2015. [Online]. Tersedia: <https://jurnal.iainambon.ac.id/index.php/BS/article/view/532/415>
- [10] R. Miller, “Review Essay: The Third Way,” *Political Science*, vol. 52, no. 2, pp. 174–80, 2000, doi: 10.1177/003231870005200207.
- [11] Salmin, “Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan,” *Oseana*, vol. 30, no. 3, pp. 21–26, 2005.
- [12] N. U. Rohmah, A. P. Astuti, dan E. T. W. Maharani, “Organoleptic Test of The *Ecoenzyme* Pineapple Honey With Variations in Water Content,” dalam *Seminar Nasional Edusainstek*, vol. 1, no. 10, 2020, pp. 408–413.
- [13] S. Syarafina, “Eco Enzyme: Cairan Serbaguna Dari Sampah Organik.” waste4change. <https://waste4change.com/blog/eco-enzyme/> (diakses Apr. 3, 2022).
- [14] R. B. McCleskey, D. K. Nordstrom, dan J. N. Ryan, “Electrical Conductivity Method for Natural Waters,” *Applied Geochemistry*, vol. 26(SUPPL.), no. 4, 2011, doi: 10.1016/j.apgeochem.2011.03.110.
- [15] F. Nazim, “Treatment of Synthetic Greywater Using 5% and 10% Garbage Enzyme Solution,” *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, no. 3, vol. 4, pp. 111–17, 2013, doi: 10.9756/bijiems.4733.
- [16] Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*, 82/2001.
- [17] Kementerian Lingkungan Hidup RI, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*, 05/2014.
- [18] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*, 68/2016.
- [19] Pemerintah Provinsi Bali, *Peraturan Gubernur Bali Tahun 2007 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup Dan Kriteria Baru Kerusakan Lingkungan Hidup*, 08/2007.
- [20] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, *Pengelolaan Kualitas Air*, Indonesia: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, 2013.