



**PENGARUH BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* DENGAN  
PENAMBAHAN EKOENZIM KULIT NANAS TERHADAP  
KONSENTRASI COD DAN BOD PADA LIMBAH CAIR  
RUMAH POTONG HEWAN**

**EFFECT OF *Pseudomonas aeruginosa* BACTERIA WITH THE ADDITION OF  
PINEAPPLE PEEL ECO ENZYMES ON COD AND BOD CONCENTRATIONS IN  
ANIMAL SLAUGHTERHOUSE LIQUID WASTE**

**Eliza Khairunnisa\*), Rasyidah, Rizki Amelia Nasution**  
*\*)Corresponding Author*

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

\*Email: [khairunnisaeliza45@gmail.com](mailto:khairunnisaeliza45@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kegiatan yang dilakukan dalam RPH menghasilkan limbah cair yang merupakan limbah organik (*biodegradable*) terdiri dari darah, urine, sisa-sisa pencernaan, dan juga air yang dihasilkan dari proses pencucian. Limbah yang tidak dikelola dengan baik sebelum dibuang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim kulit nanas terhadap konsentrasi COD dan BOD pada limbah cair RPH. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari satu kontrol dan tiga perlakuan, masing-masing perlakuan memiliki tiga kali pengulangan. Pengambilan data dilakukan pada hari ke 0 dan 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan COD terbaik yaitu pada P4 dengan rata-rata 2.466 mg/L pada hari ke-0 dan turun menjadi 1.818 mg/L setelah inkubasi 10 hari, diikuti dengan P2 dengan rata-rata 2.499 mg/L pada hari ke-0 dan turun menjadi 1.827 mg/L setelah inkubasi 10 hari. Sedangkan pada BOD P2 merupakan satu-satunya perlakuan yang mengalami penurunan dengan rata-rata 132,84 mg/L pada hari ke-0 dan turun menjadi 85,20 mg/L setelah inkubasi 10 hari. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai penggunaan konsentrasi ekoenzim dan perbedaan waktu inkubasi untuk menurunkan kadar COD dan BOD pada limbah cair RPH agar hasilnya signifikan.

**Kata Kunci:** BOD, COD, *Pseudomonas aeruginosa*, Limbah Cair, RPH.

## ABSTRACT

This research was motivated by the activities carried out in the Slaughterhouse producing liquid waste which is organic waste (biodegradable) consisting of blood, urine, digestive remains, and also water produced from the washing process. Waste that is not managed properly before disposal can cause pollution to the environment. The aim of this research was to analyze the effect of *Pseudomonas aeruginosa* bacteria with the addition of pineapple peel eco enzymes on COD and BOD concentrations in slaughterhouse liquid waste. This research used a laboratory experimental method using a completely randomized design (RAL) consisting of one control and three treatments, each treatment having three repetitions. Data collection was carried out on days 0 and 10. The results showed that the best reduction in COD was in P4 with an average of 2,466 mg/L on day 0 and decreased to 1,818 mg/L after 10 days of incubation, followed by P2 with an average -an average of 2,499 mg/L on day 0 and decreased to 1,827 mg/L after 10 days of incubation. Meanwhile, BOD P2 was the only treatment that experienced a decrease with an average of 132.84 mg/L on day 0 and decreased to 85.20 mg/L after 10 days of incubation. Further research needs to be carried out regarding the use of eco enzyme concentrations and differences in incubation times to reduce COD and BOD levels in slaughterhouse liquid waste so that the results are significant.

**Keywords:** BOD, COD, *Pseudomonas aeruginosa*, Liquid Waste, RPH.

## PENDAHULUAN

Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan bangunan yang memiliki rancangan dan persyaratan khusus dimanfaatkan sebagai tempat pemotongan hewan untuk memenuhi konsumsi masyarakat umum (Kasrhad, 2012). Kegiatan yang dilakukan dalam RPH akan menghasilkan limbah cair yang merupakan limbah organik (*biodegradable*) terdiri dari darah, urine, sisa-sisa pencernaan, dan juga air yang dihasilkan dari proses pencucian. Limbah RPH yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan seperti mempengaruhi kualitas air, tanah, dan udara di sekitarnya (Gading *et al.*, 2021).

Hasil penelitian Iqbal Abdi (2018), menunjukkan bahwa uji pendahuluan limbah cair RPH "X" yaitu BOD sebesar 104,36 ppm dan COD sebesar 181, 38 ppm, sedangkan bulan April 2017 kadar BOD sebesar 178,38 ppm dan COD sebesar 214,54 ppm. Data penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar COD dan BOD pada limbah cair RPH tidak sesuai dengan baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan RPH berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 menyatakan bahwa kadar paling tinggi untuk COD 200 mg/l, dan BOD 100 mg/l (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014).

Upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi dampak dari limbah RPH tersebut salah satunya adalah dengan melakukan bioremediasi. Bioremediasi adalah proses penurunan polutan tertentu dengan menggunakan mikroorganisme yang ditumbuhkan pada polutan tersebut. (Priadie, 2012).

Adapun mikroorganismenya yang dapat digunakan dalam bioremediasi limbah cair RPH yaitu bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri gram negatif, bersifat aerob, dan bergerak dengan flagela (Milanda *et al.*, 2014). Secara umum, *Pseudomonas* tidak mempunyai enzim hidrolitik yang penting dalam memecah polimer menjadi monomer tetapi bakteri ini mempunyai sistem *inducible operon* yang dapat memproduksi enzim tertentu yang biasanya tidak digunakan dalam proses metabolisme sumber karbon. Jadi, bakteri *Pseudomonas* berperan penting dalam proses biodegradasi (Anggraeni *et al.*, 2021). Penelitian Maharani (2018), menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* terbukti mampu menurunkan BOD maksimum 97,18% pada perlakuan konsentrasi BOD awal 600,22 mg/l dan waktu tinggal 18 jam.

Selain mikroba, ekoenzim juga dapat digunakan dalam bioremediasi. Ekoenzim merupakan cairan yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik seperti buah-buahan dan sayur-sayuran, gula (gula aren, gula merah, maupun gula tebu), dan air. (Budiyanto *et al.*, 2022). Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan dalam produksi ekoenzim adalah kulit nanas. Adapun enzim yang terkandung dalam ekoenzim nanas adalah enzim amilase, kaseinase, dan protease (Rohmah *et al.*, 2020). Enzim-enzim ini dapat berperan sebagai katalis yang dapat memecah dan mengubahnya menjadi molekul yang lebih sederhana (Rahayu *et al.*, 2019). Penelitian Penmatsa (2019), menunjukkan bahwa ekoenzim mampu menurunkan COD dan BOD secara signifikan dalam badan air tawar yang tercemar limbah sampah dengan memberikan ekoenzim secara rutin setiap bulan dan hal tersebut dilakukan selama 3 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa ekoenzim memiliki efektivitas dalam mengatasi pencemaran air, walaupun tidak dapat merubah air yang tidak layak menjadi layak konsumsi. Namun, dengan pemberian ekoenzim dapat meningkatkan sedikit kualitas air yang tercemar (Karila *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim kulit nanas terhadap konsentrasi COD dan BOD pada Limbah Cair RPH.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2023, dan dilakukan pada tiga lokasi yang berbeda yaitu, Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Sumatera Utara, Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas I Medan, dan RPH (RPH) Raka Jaya Perkasa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimental laboratorium dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari kontrol dan 3 perlakuan yaitu P1 (kontrol), P2 (limbah + *Pseudomonas aeruginosa*), P3

(limbah + ekoenzim kulit nanas dengan konsentrasi 10%), dan P4 (limbah + *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim kulit nanas 10%), masing-masing perlakuan terdiri dari 3 kali pengulangan. Pengambilan data dilakukan pada hari ke 0 dan 10. Pengujian COD dan BOD dilakukan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP).

### **Sampel Penelitian**

Limbah cair RPH diperoleh dari RPH Raka Jaya Perkasa sebanyak 7,5 liter yang diambil secara langsung dari aliran air limbah dengan menggunakan wadah steril.

### **Pembuatan Ekoenzim Kulit Nanas**

Pembuatan ekoenzim kulit nanas dilakukan dengan mencampurkan kulit nanas, gula merah, dan juga air dengan perbandingan 1:3:10. Toples berukuran 2 liter diisi dengan air 1000 ml, gula merah 100 gram, dan kulit nanas 300 gram. Selanjutnya cairan ekoenzim di diamkan selama 3 bulan pada suhu ruang selama proses fermentasi. Setelah 3 bulan, kulit buah disaring dari cairan ekoenzim (Gaspersz *et al.*, 2022).

### **Pembuatan Media Padat**

Media padat dibuat dengan cara menimbang sebanyak 2,8 media NA, kemudian melarutkannya dengan aquades sebanyak 100 ml dan dmemanaskannya di atas *hot plate* sampai homogen. Selanjutnya disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah sterilisasi selesai, tunggu media sedikit dingin atau suam-suam kuku ( $\pm 40^{\circ}\text{C}$ ) lalu dapat dituang kedalam cawan petri steril dan diamkan dalam suhu ruang hingga media memadat dengan sempurna (Oxoid, 2006).

### **Pembuatan Media Cair**

Media cair dibuat dengan cara menimbang media NB sebanyak 3,25 gram kemudian memasukkannya kedalam tabung erlenmeyer 500 ml, lalu menambahkan aquadest sebanyak 250 ml. Media NB dipanaskan di atas *hot plate* dan diaduk sampai mendidih dan homogen. Selanjutnya media NB disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm (Effendi, 2021).

### **Peremajaan Isolat Bakteri *Pseudomonas aeruginosa***

Peremajaan isolat bakteri dilakukan dengan cara menginokulasikan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* pada media padat (NA) yang telah dibuat, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam (Khoiroh, 2014).

### **Perbanyak Strain Bakteri**

*Pseudomonas aeruginosa*

Sebanyak dua ose bakteri *Pseudomonas aeruginosa* diambil dari media NA, kemudian dimasukkan dalam 100 mL media NB dan diinkubasi dengan shaker inkubator dengan kecepatan 110 rpm selama 24 jam (Putri, 2023).

### **Total Plate Count (TPC)**

TPC dibuat dengan melakukan pengenceran dengan mencampurkan media NB yang berisikan bakteri kedalam aquadest menggunakan mikropipet sebanyak 1000 mikrolit dengan 6 kali pengulangan. Kemudian masukkan aquadest sebanyak 100 mikropipet yang telah melalui pengenceran tadi kedalam cawan petri yang sudah berisi media PCA, lalu dilakukan metode goresan cawan sebar menggunakan *hockey stick* dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah diinkubasi selama 24 jam kemudian jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media dihitung.

### **Uji Bioremediasi**

Masukkan sampel air limbah kedalam botol aquabides sebanyak 300 mL, kemudian pada bagian 1 (P1) limbah tidak diberikan perlakuan atau dijadikan sebagai kontrol, pada bagian 2 (P2) limbah ditambahkan dengan 5 mL bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, pada bagian 3 (P3) limbah ditambahkan ekoenzim sebanyak 30 ml (konsentrasi 10%), dan pada bagian 4 (P4) limbah ditambahkan dengan 5 mL bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan 30 mL ekoenzim (konsentrasi 10%). Jumlah sampel seluruhnya ialah 24 sampel, dimana sampel tersebut terdiri dari 1 kontrol dan 3 perlakuan, setiap sampel terdiri dari 3 pengulangan. 12 sampel diinkubasi selama 10 hari menggunakan shaker inkubator, dan 12 sampel lagi langsung di uji kadar COD dan BOD untuk 0 hari, dilanjutkan dengan limbah yang sudah di bioremediasi pada hari ke 10 setelah waktu inkubasi (Putri, 2023).

### **Uji COD**

Masukkan 3 mL sampel limbah kedalam tabung reaksi (kuvet) yang sudah berisi 2,6 mL racikan reagen asam bikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) dan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Kemudian dihomogenkan dengan cara membolak-balikkan tabung reaksi. Panaskan di COD reaktor selama 2 jam pada suhu  $150^\circ C$ . Setelah 2 jam, dikeluarkan dan dibiarkan sampai mencapai suhu kamar. Hidupkan alat spektrofotometer NOVA. Masukkan kuvet kedalam ruang sel, kemudian ditunggu konsentrasi COD yang akan terbaca pada layar.

### **Uji BOD**

Ukur kadar DO segera limbah menggunakan alat DO meter untuk mengetahui jumlah pengenceran. Larutan pengencer terdiri dari 6000 mL air suling, yang dicampur dengan larutan  $MgSO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $FeCl_3$ , dan larutan buffer fosfat masing-masing sebanyak 6 mL kemudian diaerasi selama 30 menit. Masukkan limbah cair kedalam 2 botol winkler 300 mL sesuai dengan nilai pengenceran yang didapat dan tambahkan larutan pengencer hingga penuh. 1 botol untuk

diinkubasi selama 5 hari pada 20°C, dan 1 botol lagi untuk ditentukan DO 0 hari (segera). Ukur kembali nilai DO menggunakan alat DO meter, kemudian akan muncul hasilnya di layar. Adapun rumus perhitungan BOD adalah sebagai berikut:

Misalnya hasil DO segera= 5, maka sampel harus diencerkan 10 kali (30 mL contoh uji + air pengencer s/d 300 mL).

- DO sampel(<sub>0</sub>) = a mg/L
- DO larutan pengencer(<sub>0</sub>) = b mg/L
- DO sampel (<sub>5</sub>) = c mg/L
- DO larutan pengencer (<sub>5</sub>) = d mg/L

$$\text{Koreksi volume pengencer} = \frac{300-30}{300} = 0.9$$

Maka : BOD larutan pengencer (<sub>5</sub>)

$$= (b-d) \times \text{koreksi volume pengencer BOD sampel } (<sub>5</sub>)$$

$$= (a-c) - \text{BOD larutan pengencer } (<sub>5</sub>) \times \text{faktor pengenceran.}$$

### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan statistik SPSS menggunakan uji *Uji One Way ANNOVA*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekoenzim Kulit Nanas

Setelah fermentasi selama 3 bulan, dihasilkan produk berupa ekoenzim yang memiliki warna coklat dengan bau khas fermentasi.



**Gambar 1.** Hasil fermentasi ekoenzim setelah tiga bulan.  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

### TPC (*Total Plate Count*)

*Total Plate Count* (TPC) merupakan metode yang sudah umum digunakan untuk melihat banyaknya jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada cawan petri, dan dapat diamati secara langsung atau kasat mata tanpa bantuan mikroskop. Hasil dari TPC yang telah dilakukan

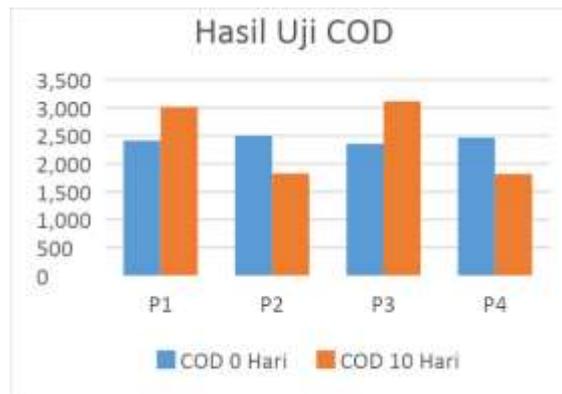
menunjukkan bahwa jumlah bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sebanyak  $138 \times 10^6$  ALT (Gambar 2.).



**Gambar 2.** Koloni bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang tumbuh pada cawan petri (Sumber: Dokumentasi pribadi)

### **Chemical Oxygen Demand (COD)**

Hasil uji COD dari empat perlakuan sampel limbah menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim kulit nanas (P4) merupakan penurunan nilai COD terbaik pada hari ke 10, diikuti dengan P2. Sedangkan pada P1 dan P3 mengalami peningkatan nilai COD. Pada uji ANOVA diperoleh data dengan nilai signifikan sebesar 0.772 yang artinya  $>0.05$ , maka ke empat perlakuan tidak signifikan dalam penurunan kadar COD 10 hari.



**Gambar 3.** Hasil Pengukuran Kadar COD

#### **Keterangan:**

P1 = Kontrol

P2 = Sampel dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

P3 = Sampel dengan penambahan ekoenzim

P4 = Sampel dengan penambahan *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim

P1 mengalami peningkatan kadar COD dengan nilai rata-rata 2.414 mg/L menjadi 3.016 mg/L. Nilai COD yang tinggi dan sudah melebihi baku mutu sudah dipastikan bahwa air sudah tercemar bahan organik. Hal ini dapat terjadi karena banyaknya jumlah bahan organik yang ada pada limbah yang menyebabkan kurangnya kadar oksigen. Semakin tinggi bahan organik dalam air limbah semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai seluruh bahan

organik. Oleh karena itu, limbah pada P1 mengalami peningkatan kadar pencemar setelah 10 hari. Tingginya nilai COD karena limbah RPH merupakan limbah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi serta memiliki konsentrasi lemak yang juga cukup tinggi dan kandungan oksigen terlarut relatif sedikit, dapat terlihat secara fisik yaitu pada warna air (W *et al.*, 1996).

Pada P2 menunjukkan hasil bahwa perlakuan dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD pada limbah cair RPH dengan nilai rata-rata 2.499 mg/L menjadi 1.827 mg/L setelah 10 hari. Penurunan nilai COD ini menunjukkan bahwa bakteri pendegradasi *Pseudomonas aeruginosa* mampu mendegradasi bahan organik di dalam limbah. Rendahnya nilai COD pada limbah menunjukkan bahwa terdapat zat organik yang sedikit akibat proses remediasi. Nilai COD yang semakin kecil menunjukkan bahwa kualitas limbah cair hasil pengolahan semakin baik. Banyaknya bakteri dalam limbah juga ikut terhitung pada pengukuran konsentrasi COD, sehingga jumlah bakteri menjadi tinggi. Nilai COD menunjukkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian secara kimia, baik bahan organik yang mudah terurai (*biodegradable*) maupun yang sulit terurai (*non-biodegradable*). Mikroorganisme dan bahan yang stabil terhadap reaksi biologis dapat dioksidasi dalam uji COD. Hal ini dapat terjadi karena aktivitas bakteri pada saat bahan organik terurai. Oleh karena itu, penggunaan bakteri dalam bioremediasi mempengaruhi kualitas air (Pratiwi *et al.*, 2019).

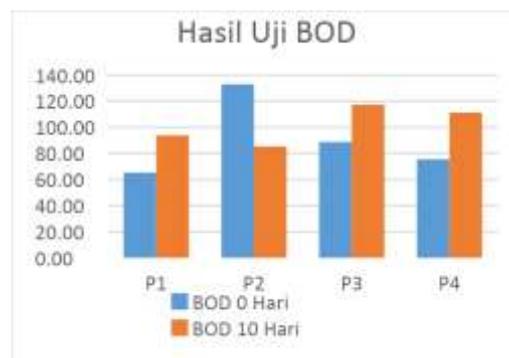
Pada P3 menunjukkan hasil bahwa penambahan eko enzim pada limbah cair RPH tidak berpengaruh dalam penurunan kadar COD dengan nilai rata-rata 2.359 mg/L menjadi 3.116 mg/L setelah 10 hari. Hal ini dijelaskan oleh Lamato (2023), dalam penelitiannya menyatakan bahwa peningkatan nilai COD dan BOD pada limbah setelah penambahan ekoenzim dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu komposisi bahan dasar pembuatan ekoenzim memiliki kandungan asam yang terlalu tinggi. Ekoenzim yang terlalu asam bisa menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme yaitu bakteri asam laktat yang memiliki tugas sebagai pengurai komponen organik dalam limbah seperti karbohidrat, protein, dan juga lemak. Mikroorganisme tersebut berperan sangat penting dalam proses penguraian limbah organik, dan jika terhambat maka dapat menurunkan kinerja penguraian. Pada saat proses fermentasi sedang berlangsung, enzim dan zat organik yang tinggi seperti protein mampu dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam organik yaitu asam sitrat. Keberadaan asam organik tersebut mampu meningkatkan kadar COD dan BOD pada limbah.

Pada P4 menunjukkan hasil bahwa perlakuan dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD terbaik pada limbah cair RPH. Nilai COD pada limbah cair RPH dengan penambahan bakteri dan juga

ekoenzim pada hari ke 0 memiliki nilai rata-rata 2.466 mg/L dan setelah hari ke 10 turun menjadi 1.818 mg/L. Penurunan nilai COD ini menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim kulit nanas mampu mendegradasi bahan organik di dalam limbah. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri heterotrof yang mampu hidup di berbagai lingkungan yang ekstrim. Bakteri ini dapat dengan mudah tumbuh pada lingkungan yang memiliki oksigen rendah dan lingkungan yang asam. Penambahan ekoenzim kulit nanas pada sampel diduga menyebabkan kondisi limbah menjadi asam, serta banyaknya bahan organik menunjukkan sedikitnya jumlah oksigen terlarut. Selain itu, enzim yang terdapat didalam eko enzim mampu mempercepat proses degradasi yang dilakukan oleh bakteri. Sehingga penggunaan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim kulit nanas mampu menurunkan kadar COD pada limbah cair RPH. Hasil penelitian sejalan dengan pernyataan Zhao *et al* (1999) bahwa bakteri heterotrof dapat tumbuh lebih cepat pada konsentrasi oksigen rendah dan lebih tahan terhadap lingkungan asam. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri yang dapat tumbuh di berbagai media dan kondisi lingkungan, karena sifat fisiologisnya bakteri ini mempunyai kemampuan menghidrolisis protein (*gammaproteobacteria*) dan tidak mampu menghidrolisis karbohidrat. Sehingga bakteri ini dapat dijadikan sebagai pendegradasi limbah organik seperti limbah RPH (Wahyudi & Endang, 2021).

### **Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

Hasil uji BOD dari empat perlakuan sampel limbah menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (P2) merupakan satu-satunya yang mengalami penurunan pada hari ke 10. Sedangkan pada P1, P3, dan P4 mengalami peningkatan kadar BOD. Pada uji ANOVA BOD diperoleh data dengan nilai signifikan sebesar 0.092 yang artinya  $>0.05$ , maka dapat dikatakan bahwa keempat perlakuan tidak signifikan dalam penurunan kadar BOD 10 hari.



**Gambar 4.** Hasil Pengukuran Kadar BOD

Keterangan:

P1 = Kontrol

P2 = Sampel dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

P3 = Sampel dengan penambahan ekoenzim

P4 = Sampel dengan penambahan *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim

Pada P1 mengalami peningkatan BOD dengan nilai rata-rata 65,15 mg/L menjadi 93,64 mg/L pada hari ke-10. Nilai BOD pada P1 di hari ke-0 memiliki nilai terendah karena tidak adanya bahan tambahan ke dalam limbah seperti ekoenzim. Pengukuran BOD pada hari ke-0 hingga hari ke-10 mengalami peningkatan namun masih memenuhi baku mutu air limbah bagi RPH. Perairan dengan nilai BOD dan COD yang masih normal atau memenuhi baku mutu belum bisa dikatakan bahwa tidak terjadi pencemaran apabila parameter kunci lainnya tidak diketahui seperti temperatur, pH, dan TSS, karena jika parameter lainnya sudah meningkat dan melebihi baku mutu, maka terdapat tanda pencemaran. Hal tersebut bisa terjadi karena adanya bahan-bahan yang toksik (beracun) seperti logam berat dalam air. Nilai BOD dinyatakan rendah atau masih memenuhi baku mutu, padahal sebenarnya dalam air tersebut terkandung bahan toksik (beracun) atau air sudah tercemar (Atima, 2015). Limbah mampu terdegradasi secara alami karena adanya mikroorganisme yang terkandung di dalam limbah disebut sebagai bakteri indigen. Namun, bahan organik yang kompleks seperti limbah cair RPH akan membutuhkan waktu yang lama apabila hanya mengandalkan mikroorganisme indigenus.

Nilai BOD pada P2 di hari ke-0 merupakan nilai yang tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini karena penambahan bakteri ke dalam sampel limbah. Menurut Hera *et al* (2019) umumnya nilai BOD yang tinggi dapat ditandai dengan tingginya jumlah mikroorganisme di dalam air. Tingginya kandungan mikroorganisme menyebabkan rendahnya nilai oksigen terlarut (DO) sehingga nilai BOD menjadi tinggi. Kandungan minimum oksigen terlarut untuk mendukung pertumbuhan mikroba sebesar 2 mg/L (Salmin, 2005). Nilai DO yang sedikit akan berdampak terhadap bakteri karena kurangnya oksigen terlarut sehingga tidak dapat bekerja dengan maksimal sehingga dapat membentuk keadaan anaerobik dan menyebabkan bakteri mati (Fisma & Bhayu, 2020).

Nilai BOD limbah cair RPH hari ke-0 yaitu memiliki nilai rata-rata 132,84 mg/L dan setelah hari ke-10 turun menjadi 85,20 mg/L. Penurunan nilai BOD yang terjadi pada limbah cair RPH menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* mampu menguraikan bahan organik dalam limbah cair. Hal ini dikarenakan proses penguraian bahan organik (substrat) yang terkandung dalam limbah dapat berlangsung. Pengurangan bahan organik dalam air limbah menghasilkan nilai BOD yang juga ikut menurun, hal ini karena kandungan bahan

organik dalam limbah cair semakin turun sehingga oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik juga akan semakin kecil. Makin kecil nilai BOD menunjukkan kualitas limbah cair semakin baik (Astuti, 2016). Pengukuran BOD membutuhkan waktu yang relatif lama karena melibatkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Pengolahan limbah dengan waktu yang lama dapat menurunkan nilai BOD karena mikroorganisme dalam air limbah mengoksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai zat pengoksidasi dan menguraikan bahan organik, sehingga mengakibatkan hilangnya oksigen terlarut di dalam air. Banyaknya koloni mikroorganisme dengan penambahan oksigen yang cukup akan aktif melakukan degradasi senyawa organik dalam air limbah (Marta *et al.*, 2021).

Pada P3 nilai BOD di hari ke-0 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan P1 dan P4. Hal ini karena adanya penambahan ekoenzim ke dalam sampel limbah. Ekoenzim sendiri juga mengandung bahan organik, sehingga kandungan bahan organik di dalam limbah semakin bertambah. Pada hari ke-10 atau setelah inkubasi 5 hari dalam pengukuran BOD nilai oksigen terlarut ( $DO_{15}$ ) menjadi semakin rendah yang artinya nilai BOD meningkat. Nilai BOD mengalami peningkatan dari hari ke-0 dengan nilai rata-rata sebesar 88,64 mg/L menjadi 117,37 mg/L setelah inkubasi 10 hari serta merupakan nilai peningkatan BOD yang paling tinggi. Peningkatan kadar BOD yang terjadi pada limbah setelah inkubasi selama 10 hari menunjukkan bahwa penggunaan ekoenzim tidak efektif dalam menurunkan kadar pencemar seperti BOD pada limbah. Ekoenzim juga mengandung bahan organik yang tinggi dihasilkan oleh molase sehingga apabila ditinjau dari segi warna, limbah dengan penambahan ekoenzim memiliki warna yang lebih pekat bahkan setelah masa inkubasi 10 hari. Selain itu, terjadinya peningkatan kadar BOD pada limbah cair RPH sesudah diberikan ekoenzim diduga karena keadaan limbah ataupun faktor khusus dari komposisi ekoenzim yang digunakan (Lamato, 2023). Proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dapat menurunkan oksigen terlarut yang berperan dalam penurunan bahan organik dalam air limbah. Apabila jumlah bahan organik yang diuraikan semakin besar maka semakin banyak oksigen yang digunakan. Nilai BOD dipengaruhi oleh pencemar organik (Nugroho *et al.*, 2014).

Pada P4 nilai BOD di hari ke-0 dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan eko enzim pada sampel limbah memiliki kadar BOD yang lebih rendah dari sampel limbah yang hanya diberi ekoenzim saja (P3). Hal ini karena pada bahan organik yang ada pada limbah dimanfaatkan oleh bakteri sebagai makanannya. Semakin banyak bahan organik maka bakteri juga akan semakin cepat pertumbuhannya sehingga menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut di hari ke-10 sehingga BOD meningkat (Sholichin, 2012). Peningkatan BOD dari hari

ke-0 dengan nilai rata-rata 75,44 mg/L dan setelah hari ke-10 naik menjadi 111,18 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim kulit nanas tidak efektif dalam menurunkan kadar BOD. Oksidasi biokimia merupakan proses yang lambat karena BOD baru bisa diketahui setelah inkubasi lima hari. *Pseudomonas aeruginosa* juga merupakan bakteri heterotrof yang mampu hidup pada lingkungan ekstrim serta kemampuannya dalam mendegradasi bahan organik dan menurunkan kadar BOD sudah terbukti pada P2. Namun, pada P3 penambahan ekoenzim ke dalam limbah justru meningkatkan nilai BOD. Sehingga penggunaan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim tidak efektif untuk menurunkan nilai BOD. Bakteri aerob mampu memecahkan bahan organik dengan mudah pada limbah tanpa mengganggu kadar oksigen terlarut apabila jumlah bahan organik di dalam air sedikit. Namun, apabila bahan organik dalam air memiliki jumlah yang banyak akan mengakibatkan penurunan oksigen terlarut di dalam air (Anisa, 2022).

## SIMPULAN

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* berpengaruh terhadap penurunan COD dan BOD pada limbah cair RPH. Namun, pada hasil analisis uji ANOVA memiliki nilai yang tidak signifikan  $> 0.05$  yang artinya tidak berpengaruh nyata. Pemberian ekoenzim kulit nanas tidak berpengaruh terhadap penurunan COD dan BOD pada limbah cair RPH. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim kulit nanas berpengaruh terhadap penurunan COD tetapi mengalami peningkatan BOD pada limbah cair RPH. Namun, hasil analisis uji ANOVA menunjukkan hasil yang tidak signifikan  $>0.05$  yang artinya tidak berpengaruh nyata. Tingginya nilai BOD menunjukkan rendahnya DO (oksigen terlarut) dan dapat diketahui bahwa suatu perairan sudah tercemar. Oleh karena itu, semakin rendah nilai COD dan BOD maka kualitas suatu perairan semakin baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, A., & Haryo, T. 2021. Uji Kemampuan Bakteri (*Pseudomonas aeruginosa*) Dalam Proses Biodegradasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenile*. Vol 2: (3). Hal 177. Budiyanto, C.W., dkk. 2022. Mengubah Sampah Organik Menjadi Eco Enzym Multifungsi: Inovasi di Kawasan Urban. *DEDIKASI: Community Service Reports*. Vol 4: (1). Hal, 33.
- Anisa, N. 2022. Analisis Kualitas Air Lindi Di TPA Bakung Dengan Penambahan Ekoenzim Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) Berdasarkan Parameter Fisika Dan Kimia. *Skripsi*. Fakultas

Tarbiyah Dan Keguruan. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG: LAMPUNG. Hal, 16.

- Astuti, A. 2016. Kemampuan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dalam Menurunkan Kandungan Timbal (Pb) Limbah Cair Laboratorium Kimia Uin Alauddin Makassar. *Skripsi*. Fakultas Sains Dan Teknologi. UIN ALAUDDIN MAKASSAR: MAKASSAR. Hal, 37-39.
- Atima, W. 2015. BOD Dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education*. Vol 4: (1). Hal, 85-91.
- Budiyanto, C.W., dkk. 2022. Mengubah Sampah Organik Menjadi Eco Enzym Multifungsi: Inovasi di Kawasan Urban. *DEDIKASI: Community Service Reports*. Vol 4: (1). Hal, 33.
- Effendi, M.C. 2021. *Monograf Nanopartikel Zinc Oxide Propolis Sebagai Liner Untuk Proteksi Pulpa Gigi Terhadap Bakteri Streptococcus Mutans*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Fidiastuti, H.R., dkk. 2019. *Bioremediasi Limbah Industri*. Malang: Forind. Hal, 7-8.
- Fisma, I. Y., & Bhayu, G.B. 2020. Analisis air limbah yang masuk pada waste water treatment plant (WWTP). *AMINA*. Vol 2: (2). Hal, 54.
- G, I.A., Ferry, K., & Darjati. 2018. Pemanfaatan Tanaman Air Untuk Menurunkan Kadar Bod Dan Cod Dalam Limbah Cair RPH. *Gema Kesehatan Lingkungan*. Vol 16: (1). Hal, 283.
- Gading, B.M.W.T., Adip, N.R., & Edi, S. 2021. Studi Kasus: Permasalahan Limbah di Tempat Pemotongan Hewan (TPH) Amessangeng, Kota Sengkang. *Jurnal Triton*. Vol 12: (1). Hal, 70.
- Gaspersz, M.M., & Herlina, F. 2022. Pemanfaatan Ekoenzim Berbahan Limbah Kulit Jeruk Dan Kulit Nanas Sebagai Agen Remediasi LAS Deterjen. *Jurnal LenteraBio*. Vol 11: (3). Hal, 505.
- Karila, R.J., dkk. 2022. Mini Riset Uji Fisik Sederhana Keefektifan Eco-Enzyme Untuk Pencemaran Air. *Journal of Biological Education*. Vol 3: (2).
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Khasrad, J.H., & A.D.Y. 2012. Kondisi Tempat Pemotongan Hewan Bandar Buat Sebagai Penyangga Rumah Pemotongan Hewan (Rph) Kota Padang. *Jurnal peternakan indonesia*. Vol 14: (2). Hal, 373.
- Khoiroh, Z. 2014. Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Lumpur Lapindo Menggunakan Campuran Bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*). Jurusan Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Kholif, M.A., dkk. 2022. Penurunan Beban Pencemar RPH (Rph) Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. Vol 14: (2). Hal, 101.

- Lamato, F.P., Herawaty. R., & Roski, R.I.L. 2023. Analisis Aplikasi *Eco-Enzyme* Terhadap *Biochemical Oxygen Demand* Dan *Chemical Oxygen Demand* Pada Limbah Cair Tahu Di Industri Tahu Malalayang. *Jurnal Tekno*. Vol 21: (85). Hal, 1043-1044.
- Maharani, M., & Putu, W. 2018. Degradasi Las Dan Bod Dengan Proses Lumpur Aktif Menggunakan Kombinasi Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dan *Pseudomonas Putida*. *Jurnal Envirotek*. Vol 9: (2). Hal, 5.
- Marta, B.M., Yahya., & Happy, N. 2021. Pengolahan Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus* sp. Dan *Pseudomonas putida* Secara Aerob. *Journal of Tropical Agrifood*. Vol 3: (1). Hal, 56-57.
- Milanda, T., Lisa, K.D., & Sri, A.F.K. 2014. Deteksi Gen Resistensi Kloramfenikol (Cat) Pada *Pseudomonas aeruginosa* Isolat Klinik Dengan Metode Polymerase Chain Reaction. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*. Vol 3: (4). Hal, 142.
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi Slodge Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *MAKARA, TEKNOLOGI*. Vol 10: (2). Hal, 88.
- Nugroho, A A., Siti R., Haerudiin. 2014. Efektivitas Penggunaan Ikan Sapu-Sapu (*Hypostomus plecostomus*) Untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Pengelolaan Ikan (Berdasarkan Nilai BOD, COD, TOM). *Diponegoro Journal of Maquares*. Vol 3: (4). Hal, 15 – 23.
- Nur, M.P. 2023. Studi Bioremediasi Limbah Pome (Palm Oil Mill Effluent) Menggunakan Mikroba Lipolitik Isolat Lokal. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas lampung: Bandar Lampung.
- Oxoid. 2006. *Manual Oxoid*. Edisi 9. Oxoid Limited: Bandung.
- Penmatsa, B., dkk. 2019. Effect of Bio-Enzyme in the Treatment of Fresh Water Bodies. *International Journal of Recent and Engineering*. Vol 18.
- Pratiwi, T.M.N., dkk. 2019. Pengelolaan Kandungan Bahan Organik Pada Limbah Cair Laboratorium Proling-MSP-IPB Dengan Berbagai Kombinasi Agen Bioremediasi. *Jurnal Biologi Indonesia*. Vol 15: (1). Hal, 93.
- Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 10: (1). Hal, 39.
- Rachmawati, H., Mursid, R., & Hanan, L. 2019. Pengaruh Kondisi Fisik Sumur Dan Penurunan Kualitas Air (BOD) Terhadap Kejadian Penyakit (Studi Kasus Industri Soun Di Desa Manjung Kecamatan Ngawen Kabupaten Klaten). *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Vol 18: (2). Hal, 22.
- Rahayu, M.A., Ayu R.S., & Sri, D. 2019. Isolasi Bakteri Hidrolitik Penghasil Enzim Amilase Dari Limbah Industri Tapioka. *Prosiding Mahasiswa Seminar Nasional Unimus*. Vol 2. Hal, 148-149.

- Rohmah, N.U., Andari, P.A., & Endang, T.W.M. 2020. Organoleptic Test Of The Ecoenzyme Pine Apple Honey With Variations In Water Content. Seminar nasional edusainstek. Hal, 408.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. Vol 30: (3).
- Sholichin, M. 2012. Pengelolaan Air Limbah: Teknologi Pengolahan Air Limbah. Hal, 24.
- W, A. S., dkk. 1996. Pengelolaan Limbah Cair RPH Di Kabupaten Dati II Bogor. *Media Veteriner*. Vol III: (2). Hal, 31.
- Wahyudi, D., & Endang, S.S. 2021. Pembentukan Biofilm Pseudomonas Aeruginosa Pada Beberapa Media Cair. *Journal of Pharmacy*. Vol 10: (2). Hal, 36.
- Zhao, H., dkk. 1999. Controlling Factors For Simultaneous Nitrification And Denitrification In A Two-Stage Intermittent Aeration Process Treating Domestic Sewage. *Journal of Water Resources*. Vol 3: (4). Hal, 961-970.