



## PENGUJIAN KADAR BOD, COD DAN ISOLASI BAKTERI HASIL REMEDIASI AIR LIMBAH LINDI DENGAN MENGGUNAKAN EKOENZIM KULIT BUAH PEPAYA (*Carica papaya L.*)

Amira Falah Siregar, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara  
Rasyidah, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara  
Rizki Amelia Nasution, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara  
\*Corresponding author E-mail:

### Abstract

Lindi (leachate) merupakan cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar Biology Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) pada limbah air lindi dengan menggunakan ekoenzim kulit buah pepaya (*Carica papaya L.*) dan jenis bakteri sebelum dan sesudah pemberian ekoenzim. Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa metode kuantitatif, yang terdiri dari kontrol dan pemberian ekoenzim 10% dengan 3 kali pengulangan pada setiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekoenzim dengan konsentrasi 10% pada proses remediasi limbah air lindi belum memenuhi baku mutu, dengan nilai rata-rata BOD sebesar 538 mg/L dan nilai rata-rata COD sebesar 1778 mg/L setelah remediasi 10 hari. Oleh karena itu, perlu penggunaan ekoenzim dengan konsentrasi dibawah 10% dan waktu remediasi yang lebih lama. Hasil dari identifikasi bakteri terdapat 2 jenis bakteri sebelum pemberian ekoenzim yaitu *Micrococcus sp.*, *Proteus sp.*, dan sesudah pemberian ekoenzim terdapat 3 jenis bakteri yaitu *Pseudomonas sp.*, *Shigella sp.*, dan *Bacillus sp.*

**Kata Kunci :** Air Lindi, BOD, COD, Ekoenzim

### Abstract

Leachate is a liquid that seeps through a pile of garbage by carrying dissolved or suspended matter, especially the result of the decomposition process of waste matter. The purpose of this study was to determine the reduction in Biology Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) levels in leachate water waste by using papaya peel ecoenzyme (*Carica papaya L.*) and types of bacteria before and after ecoenzyme administration. The method used in this research is a quantitative method, which consists of the control and administration of 10% ecoenzyme with 3 repetitions in each treatment. The results showed that the use of ecoenzymes with a concentration of 10% in the leachate waste remediation process did not meet quality standards, with an average BOD value of 538 mg / L and an average COD value of 1778 mg / L after 10 days of remediation. Therefore, it is necessary to use ecoenzymes with concentrations below 10% and a longer remediation time. The results of bacterial identification there are 2 types of bacteria before giving ecoenzymes, namely *Micrococcus sp.*, *Proteus sp.*, and after giving ecoenzymes there are 3 types of bacteria, namely *Pseudomonas sp.*, *Shigella sp.*, and *Bacillus sp.*

**Keywords :** Leachate Water, BOD, COD, Ecoenzyme

## PENDAHULUAN

Lindi (*leachate*) adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah. Air lindi memiliki sifat toksik, di dalam air lindi mengandung senyawa Ammonia, Kalsium, Kalium, Magnesium, Nitrit, Nitrat, Klorida, Sulfat, BOD, COD, dan pH yang konsentrasinya sangat tinggi (Trihadiningrum, 1995). COD atau sering disebut *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang ada didalam air secara kimiawi, sedangkan BOD atau sering disebut *Biological Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut (Andika, 2020).

Air lindi mengandung berbagai zat berbahaya yang dapat mencemari lingkungan seperti senyawa logam berat, senyawa nitrogen, garam dan juga berbagai jenis bahan-bahan organik. Penambahan ekoenzim merupakan salah satu solusi yang dapat menurunkan kadar BOD dan COD pada air lindi. Ekoenzim merupakan cairan dengan hasil fermentasi kulit buah dengan penambahan gula dan air, ekoenzim mempunyai enzim dan asam organik yang bisa meremediasi polutan seperti pada air lindi, yang dapat menimbulkan mafaat yang sangat besar bagi lingkungan (Lusiah, 2021). Selama proses fermentasi mikroorganisme aktif dalam cairan ekoenzim akan terseleksi sesuai dengan lingkungan yang mendukung pertumbuhannya (Gasperz, 2022)

Proses biodegradasi merupakan penguraian zat organik oleh mikroorganisme (terutama bakteri aerob) menjadi zat yang lebih sederhana seperti karbon dioksida, air dan amonia. Senyawa hidrokarbon tidak dapat terdegradasi sempurna jika hanya dilakukan oleh satu jenis mikroba tetapi harus dilakukan oleh beberapa jenis mikroba yang memiliki sifat sinergisme dalam bentuk konsorsium (Fidiastuti, 2017). Khamid (2012) menyatakan bahwa dalam kandungan lindi diidentifikasi beberapa genus bakteri aerob seperti *Streptococcus*, *Escherichia*, *Pseudomonas* dan *Proteus*. Kandungan mikroorganisme limbah cair domestik juga didominasi oleh mikroorganisme patogen seperti virus, cacing parasit, protozoa parasit dan lainnya yang dapat

mengakibatkan terjangkitnya penyakit bawaan air terhadap manusia (Said et al, 2005).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar BOD dan COD terhadap limbah air lindi dengan menambahkan ekoenzim kulit buah pepaya, dan mengetahui jenis bakteri sebelum dan sesudah pemberian ekoenzim.

## METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah air lindi, larutan  $\text{CaCl}_2$ , larutan  $\text{MgSO}_4$ , larutan  $\text{FeCl}_3$ , larutan asetan alkohol, larutan safranin, kulit buah pepaya, gula merah dan air. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: Erlenmeyer, hotplate, autoklaf, botol cell test, alat refluks, spektro meter, beaker glass, aerator, botol winkler, mikroskop, spiritus.

Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa metode kuantitatif, yang terdiri perlakuan pemberian ekoenzim dan kontrol dengan tiga kali pengulangan pada setiap perlakuan, pengamatan dilakukan pada hari ke 0 dan hari ke 10. Data akan diolah menggunakan uji ANOVA dengan aplikasi SPSS.

Penelitian ini menggunakan sampel limbah air lindi yang diambil sebanyak 4 liter menggunakan jerigen (5000 ml) yang berasal dari UPT TPA Sampah Binjai di kota Binjai, Sumatera Utara.

## Pembuatan Ekoenzim

Dituangkan air bersih sebanyak 500 ml ke dalam toples. Lalu tambahkan kulit pepaya sebanyak 150 gram dan gula merah sebanyak 50 gram. Diperhatikan bahwa akumulasi semua bahan yang akan dimasukkan ke dalam toples agar tidak memenuhi volume toples seutuhnya, dibutuhkan ruang untuk gas hasil fermentasi. Lalu ekoenzim yang telah dibuat disimpan di tempat yang tidak terjangkau oleh cahaya matahari, fermentasi sempurna memakan waktu hingga 3 bulan, setelah 3 bulan penyimpanan, saring dari ampasnya dan ambil cairannya.

## Pengaplikasian Limbah Air Lindi Menggunakan Ekoenzim

Dilakukan pengenceran ekoenzim kulit buah pepaya dengan aquadest dengan perbandingan ekoenzim 300 ml dan aquadest 3000 ml. Kemudian siapkan 12 botol aqua bides, selanjutnya siapkan 6 botol aqua bides untuk diberi perlakuan ekoenzim dengan campuran hasil pengenceran ekoenzim sebanyak 30 ml dan limbah air lindi sebanyak 300 ml, dan 6 botol aqua bides sebagai kontrol dengan limbah air lindi sebanyak 300 ml. Lalu diberi tanda menggunakan kertas label untuk penentuan hari ke-0 dan hari ke-10, untuk hari ke-10 botol aqua bides diletakkan di alat orbital shaker.

## **Pengujian BOD dan COD**

### **1. Uji BOD**

Diambil masing-masing sebagian sampel lalu di letakkan di beaker glass untuk diukur DO segera. Disiapkan air pengencer, dimana untuk setiap 1 L air suling ditambahkan 1 ml buffer fosfat, 1 ml larutan  $\text{CaCl}_2$ , 1 ml larutan  $\text{MgSO}_4$ , 1 ml  $\text{FeCl}_3$ . Campuran tersebut di aerasi dengan aerator selama 30 menit. Kemudian sampel yang sudah diencerkan dipindahkan ke dalam 2 botol winkler 300 ml, 1 botol untuk inkubasi selama 5 hari pada 20 C, 1 botol lagi untuk ditentukan DO 0 hari. Selanjutnya sampel yang sudah diencerkan akan hitung  $\text{DO}_{(0)}$  dan  $\text{DO}_{(5)}$  untuk dimasukkan kedalam rumus BOD. Lakukan hal yang untuk pengujian BOD hari ke-10.

### **2. Uji COD**

Masing-masing sampel diambil sebanyak 3 ml dengan alat pipet tetes kedalam botol cell test yang berisikan reagen. Kemudian di homogenkan lalu diletakkan ke alat refluks dengan suhu  $150^0$  selama 2 jam, setelah itu di dinginkan dengan suhu ruang dan di ukur dengan spektro meter. Pengujian dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-10.

### **Pembuatan Media**

Ditimbang media NA sebanyak 2,8 gr, kemudian dimasukkan kedalam erlen dan dikasih aquadest sebanyak 100 ml, kemudian dipanaskan di atas hoplate hingga homogen.

### **Isolasi Bakteri**

Disiapkan 6 tabung reaksi yang berisikan cairan aquades, lalu diambil sampel limbah air lindi yang sudah di tambahkan pengenceran ekoenzim menggunakan mikropipet sebanyak 1000 mikrolit, lalu tuang ke dalam tabung reaksi yang berisikan aquadest di lakukan pengulangan sebanyak 6 kali. Kemudian di tabung reaksi akhir diambil sampel menggunakan mikropipet 100 mikrolit dan diletakkan di cawan petri yang berisikan PCA. Lalu diolesi dengan hockey stick dengan metode cawan sebar, lakukan hal sama untuk kontrol. Kemudian di inkubasi selama 24 jam untuk hasil pengamatan.

### **Pengujian Makroskopis**

Diambil sebagian koloni bakteri dengan menggunakan ose yang sudah steril, lalu di oleskan secara menyeluruh ke media agar yang sudah disiapkan. Kemudian diinkubasi selama 24 jam untuk mengetahui bentuk agarnya.

### **Pengujian Bakteri**

#### **a) Uji Katalase**

Bakteri diambil menggunakan ose steril pada media koleksi, lalu di letakkan pada permukaan objek glass steril dan ditetesi reagen hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

#### **b) Uji TSIA (Triple Sugar Iron Agar)**

Pada media biakan bakteri, digoreskan biakan dengan menggunakan ose steril. Lalu pada media TSIA yang sudah disediakan, ditusuk dengan ose sampai sepertiga dasar tabung, kemudian diangkat setelah itu diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Lakukan hal yang sama dengan media biakan bakteri lainnya.

#### **c) Uji Biokimia**

Media uji biokimia yang digunakan yaitu SIM, SC, MRVP. Pada media biakan bakteri, digoreskan biakan dengan menggunakan ose steril. Lalu pada media biokimia yang sudah disediakan, ditusuk dengan ose sampai sepertiga dasar tabung, kemudian diangkat setelah itu diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Lakukan hal yang sama dengan media biakan bakteri lainnya.

#### **d) Pewarnaan Gram**

Bakteri diambil menggunakan ose steril pada media yang berisikan koleksi, lalu letakan diatas cawan petri. Kemudian tuangkan larutan zat warna kristal violet, biarkan selama 1 menit dan dibilas dengan air mengalir. Kemudian tuangkan larutan lugol, biarkan selama 30 detik dan dibilas dengan air mengalir. Kemudian tuangkan larutan asetan alkohol, biarkan selama 15 detik dan dibilas dengan air mengalir. Kemudian tuangkan larutan safranin, biarkan selama 1 menit dan dibilas dengan air mengalir. Lalu keringkan dengan tisu dan periksa di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x (pakai minyak imersi)

#### **e) Pengujian Mikroskopis**

Pada hasil pewarnaan gram, masing-masing cawan petri di periksa dengan mikroskop dengan perbesaran 1000x.

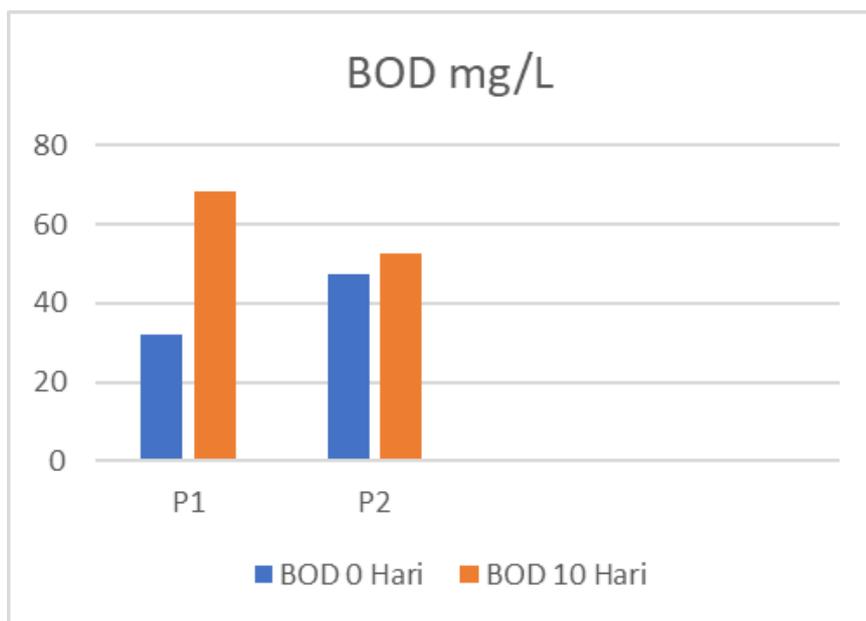
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengujian BOD**

Berdasarkan hasil penelitian, pada perlakuan kontrol (P1) terdapat kadar BOD paling tinggi sebesar 464 mg/L dan nilai terendah kadar BOD yaitu 165 mg/L dengan nilai rata-rata pada P1 hari ke-0 sebesar 186 mg/L dan nilai rata-rata pada P1 hari ke-10 sebesar 398 mg/L. Sedangkan pada pemberian perlakuan ekoenzim (P2) terdapat kadar BOD tertinggi sebesar 579 mg/L dan nilai terendah kadar BOD yaitu 461 mg/L dengan nilai rata-rata pada P2 hari ke-0 sebesar 484 mg/L dan nilai rata-rata pada P2 hari ke-10 sebesar 538 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan ekoenzim tidak mengalami penurunan nilai BOD serta belum sesuai dengan baku mutu air lindi menurut Permen LHK NO.59 tahun 2016.

Berdasarkan data tersebut, ditunjukkan bahwa dengan pemberian ekoenzim pada sampel

memiliki rentang kenaikan BOD yang lebih sedikit dibandingkan tanpa pemberian ekoenzim.



**Gambar 1.** Persentase Kadar BOD Pada Limbah Cair Air Lindi Tanpa Ekoenzim Dan Dengan Ekoenzim (P1= Kontrol; P2= Pemberian Ekoenzim)

Hasil penelitian ini dapat dipengaruhi oleh jenis gula yang digunakan dalam pembuatan ekoenzim, jenis gula yang digunakan dalam penelitian ini adalah gula molase. Gula molase adalah zat sisa dari produksi gula yang masih banyak mengandung zat organik dan mikroorganisme aktif sehingga akan meningkatkan nilai BOD. Adanya zat organik yang masih tinggi pada molase menyebabkan hasil remediasi P2 belum maksimal dan masih lebih tinggi dibandingkan P1. Besarnya nilai BOD pada P1 menunjukkan tingginya zat organik dalam air lindi sehingga membutuhkan oksigen terlarut dalam dekomposisinya, karena tingginya bahan organik dalam ekoenzim membuat peningkatan terhadap nilai BOD pada P2 semakin meningkat.

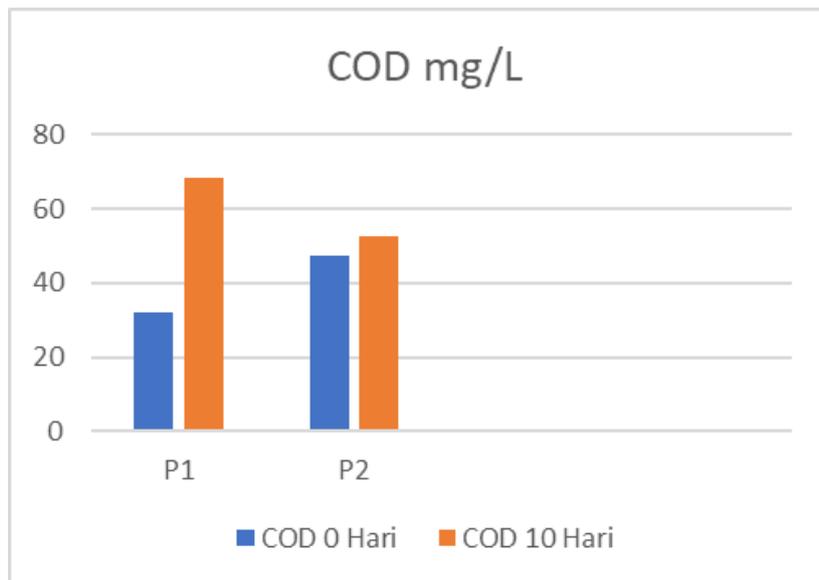
Proses remediasi dipengaruhi oleh adanya peningkatan aerasi (sirkulasi udara), apabila sirkulasi udara tidak berjalan dengan baik membuat kadar BOD menjadi meningkat, dikarenakan selama proses bioremediasi berlangsung bahan-bahan pencemar yang memiliki molekul lebih besar akan ditransformasi menjadi bentuk yang lebih sederhana. Proses transformasi ini terjadi karena adanya biomanipulasi. Biomanipulasi diperlukan untuk memperkenalkan bakteri-bakteri indigen yang telah selesai diseleksi dari pengujian potensi pendegradasi yang tinggi. Dekomposisi bahan organik oleh bakteri ini akan menghasilkan senyawa  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Mikroba akan

berkembang dengan baik apabila kebutuhan oksigen dan nutrisi dapat terpenuhi dengan baik, sehingga mampu untuk menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk mengurai senyawa-senyawa organik (Agus, 2014).

Hasil uji pengujian ANOVA tersebut ditemukan harga F hitung sebesar 40,340 dengan sig. = 0,000. Oleh karena nilai sig. < 0,05 maka  $H_0$  ditolak yang artinya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan antar perlakuan.

#### **Pengujian COD**

Berdasarkan hasil penelitian, pada perlakuan kontrol (P1) terdapat kadar COD paling tinggi sebesar 1532 mg/L dan nilai terendah kadar COD yaitu 546 mg/L dengan nilai rata-rata pada P1 hari ke-0 sebesar 614 mg/L dan nilai rata-rata pada P1 hari ke-10 sebesar 1314 mg/L. Sedangkan pada pemberian perlakuan ekoenzim (P2) terdapat kadar COD tertinggi sebesar 579 mg/L dan nilai terendah kadar COD yaitu 461 mg/L dengan nilai rata-rata pada P2 hari ke-0 sebesar 1599 mg/L dan nilai rata-rata pada P2 hari ke-10 sebesar 1778 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan ekoenzim tidak mengalami penurunan nilai COD serta belum sesuai dengan baku mutu air lindi menurut Permen LHK NO.59 tahun 2016. Berdasarkan data tersebut, ditunjukkan bahwa dengan pemberian ekoenzim pada sampel memiliki rentang kenaikan BOD yang lebih sedikit dibandingkan tanpa pemberian ekoenzim.



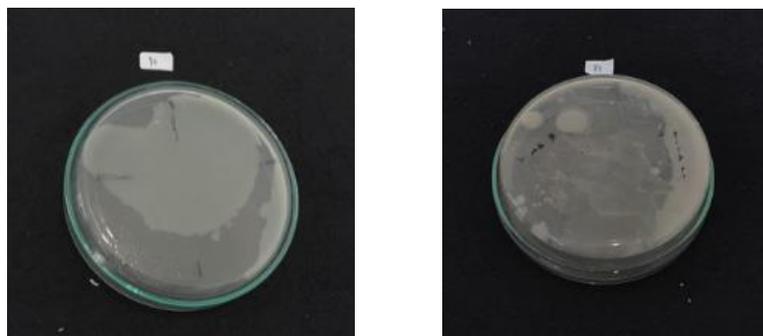
**Gambar 2.** Persentase Kadar COD Pada Limbah Cair Air Lindi Tanpa Ekoenzim Dan Dengan Ekoenzim

Nilai COD pada P1 yang sangat tinggi berasal dari senyawa organik dalam air lindi yang sulit diuraikan oleh mikroba pada proses dekomposisi sampah sehingga dalam penggunaan ekoenzim yang memiliki kandungan zat organik dan mikroorganisme aktif membuat nilai COD pada P2 semakin meningkat. Tingginya jumlah kontaminan dan substrat asam humat yang tidak dapat distabilkan oleh mikroba juga dapat menjadi penyebab tingginya nilai COD (Chin et al, 2020). Penyesuaian dosis ekoenzim yang digunakan pada remediasi limbah air lindi sebaiknya lebih rendah dari 10%.

Hasil uji pengujian ANOVA tersebut ditemukan harga F hitung sebesar 40,421 dengan sig. = 0,000. Oleh karena nilai sig. < 0,05 maka Ho ditolak yang artinya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan antar perlakuan.

#### Isolasi Bakteri Pada Limbah Air Lindi

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, terdapat 2 hasil TPC yang sudah di inkubasi selama 24 jam menunjukkan bahwa pada media PCA tanpa pemberian ekoenzim (P1) terdapat 6 isolat bakteri, dan pada media PCA dengan pemberian ekoenzim (P2) terdapat 6 isolat bakteri.



**Gambar 3.** Koloni Bakteri P1 (kiri) dan P2 (kanan)

(P1= Koloni bakteri sebelum pemakaian ekoenzim; P2= Koloni bakteri setelah pemakaian ekoenzim)

Pada identifikasi bakteri dilakukan pewarnaan gram, pewarnaan gram memiliki 2 jenis, yaitu pewarnaan gram positif, dan pewarnaan gram negative. Tujuan dari pewarnaan gram ini untuk memperjelas ukuran dan bentuk bakteri, juga memudahkan melihat bakteri secara makroskopik dengan zat warna berupa kristal violet, lugol, alkohol dan safranin, bila hasil pewarnaan diperoleh bakteri berwarna merah maka bakteri tersebut adalah

bakteri gram negatif (-), sedangkan bila hasil pewarnaan diperoleh bakteri berwarna ungu maka bakteri tersebut adalah bakteri gram positif (+) (pelczar dan chan, 2008). Pada keenam isolat bakteri pada limbah air lindi, dilakukan pengujian pewarnaan gram, hasil pengamatan isolat bakteri secara mikroskopik dengan perbesaran 1000x dapat dilihat pada tabel 1.

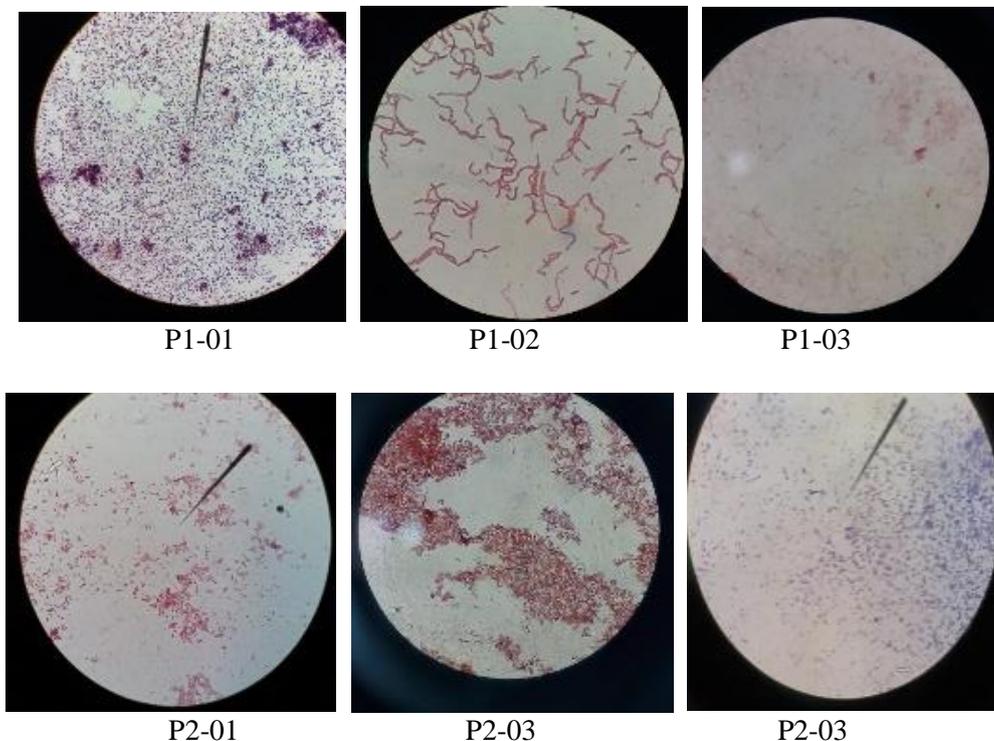
**Tabel 1.** Hasil Uji Pewarnaan Isolat Bakteri

Kode Isolat	Penataan	Gram
-------------	----------	------

P1-01	Monococcus	+
P1-02	Streptobasil	-
P1-03	Streptobasil	-
P2-04	Manobasil	-
P2-05	Streptobasil	-
P2-06	Monobasil	+

Pada hasil tabel 1 terkait morfologi bakteri secara mikroskopik menunjukkan bahwa isolat bakteri P1-01 dan P2-06 merupakan jenis bakteri gram positif, hal ini ditunjukkan dengan koloni bakteri berwarna ungu, sedangkan isolat bakteri P1-02, P1-03, P2-04, dan P2-05 merupakan jenis bakteri gram negative, hal ini ditunjukkan dengan koloni bakteri berwarna merah. Pratita dan Putra (2012) menjelaskan bahwa warna ungu pada bakteri gram positif disebabkan dengan adanya pengikatan dari kristal violet sementara warna merah pada bakteri gram negatif disebabkan

dengan adanya pengikatan dari zat warna safranin pada dinding sel. Menurut Susanti dkk. (2017), pengamatan karakter mikroskopik masing-masing isolat bakteri dapat diamati pada bentuk sel suatu bakteri. Berdasarkan pengamatan, kode isolat P1-01 memiliki bentuk sel monococcus, P1-02, P1-03 dan P2-05 memiliki bentuk sel streptobasil, sedangkan P2-04 dan P2-06 memiliki bentuk sel monobasil. Hasil pewarnaan gram dapat dilihat pada gambar dibawah.



**Gambar 4.** Hasil Pewarnaan Gram Isolat Bakteri

Menurut Taslihan et al. (2001), bahwa warna bakteri terlihat merah, artinya bakteri bersifat gram negative karena sel bakteri tidak menyerap cat utama (Gram's iodine) dengan kuat sehingga terbilas dengan alkohol dan terwarnai dengan cat pelawan. Dan bakteri gram positif pada pewarnaan gram menunjukkan hasil yang berwarna ungu atau biru karena kompleks zat

warna Kristal violet-yodium tetap dipertahankan meskipun diberi larutan pemucat aseton alkohol (Lay, 1994). Bakteri terdiri dari tiga bentuk dasar yaitu bentuk bulat atau kokus, bentuk batang atau basil, dan bentuk spiral (Dwidjoseputro, 1985). Dari hasil pewarnaan gram isolat bakteri dilanjutkan uji biokimia untuk mengetahui genus bakteri, hasil yang diperoleh pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Biokimia Isolat Bakteri Air Lindi

Kode Isolat	TSI	Sitrat	Gelatin	SIM	Katalase	Genus
-------------	-----	--------	---------	-----	----------	-------

P1-01	K/K					
	Gas (-) H <sub>2</sub> S (+)	+	+	+	+	<i>Micrococcus</i> sp.
P1-02	K/K					
	Gas (-) H <sub>2</sub> S (+)	+	+	+	+	<i>Proteus</i> sp.
P1-03	A/K					
	Gas (-) H <sub>2</sub> S (+)	+	+	+	+	<i>Proteus</i> sp.
P2-04	K/K					
	Gas (-) H <sub>2</sub> S (+)	+	+	+	+	<i>Pseudomonas</i> sp.
P2-05	A/K					
	Gas (-) H <sub>2</sub> S (-)	+	+	-	+	<i>Shigella</i> sp.
P2-06	K/K					
	Gas (+) H <sub>2</sub> S (-)	-	-	+	+	<i>Bacillus</i> sp.

Berdasarkan uji biokimia yang sudah dilakukan dan dilihat dari ciri-ciri yang ditampilkan pada pengamatan secara mikroskopis dan uji biokimia diperoleh 5 genus pada sample limbah cair air lindi yaitu *Micrococcus* sp., *Proteus* sp., *Pseudomonas* sp., *Shigella* sp., dan *Bacillus* sp.

Penghambatan bakteri terjadi dikarenakan aktivitas senyawa antibakteri yang terkandung pada ekoenzim kulit buah pepaya berupa alkohol, asam asetat, dan senyawa metabolit sekunder. Menurut Talaro (2008); Russell dan Gonzalez (1997), alkohol memiliki aktivitas antimikroba spektrum luas yang menghambat pertumbuhan bakteri dan asam asetat mempunyai efek

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: Analisis menunjukkan pemberian ekoenzim pada limbah air lindi tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar BOD. Pada perlakuan kontrol hari ke-0 memiliki rata-rata 186 mg/L dan pada hari ke-10 memiliki rata-rata 398 mg/L, sedangkan pada pemberian ekoenzim hari ke-0 memiliki rata-rata 484 mg/L dan pada hari ke-10 memiliki rata-rata 538 mg/L. Hasil penelitian belum sesuai dengan baku mutu air lindi menurut Permen LHK No. 59 tahun 2016. Analisis menunjukkan pemberian ekoenzim pada limbah air lindi tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar COD. Pada perlakuan kontrol hari ke-0 memiliki rata-rata 614 mg/L dan pada hari ke-10 memiliki rata-rata 1314 mg/L, sedangkan pada pemberian ekoenzim hari ke-0 memiliki rata-rata 1599 mg/L dan pada hari ke-10 memiliki rata-rata 1778 mg/L. Hasil

Ekoenzim kulit buah pepaya memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Micrococcus* sp. dan *Proteus* sp. Hambatan ini dapat diketahui dengan munculnya bakteri lain setelah pemberian ekoenzim kulit buah pepaya dengan konsentrasi 10%, yaitu bakteri *Pseudomonas* sp., *Shigella* sp., dan *Bacillus* sp. antimikroba. Menurut McDonnell et al. (1999) alkohol dapat bersifat menghambat dengan cara merusak membran sel bakteri sehingga komponen intrasel keluar. Mekanisme lain dari alkohol bekerja dengan cara mendenaturasi protein-protein di dalam sel, sehingga kinerja enzim yang dihasilkan bakteri terhambat dan mengganggu metabolisme seluler. penelitian belum sesuai dengan baku mutu air lindi menurut Permen LHK No. 59 tahun 2016.

Hasil isolasi bakteri pada media PCA tanpa pemberian ekoenzim (P1) terdapat 2 jenis bakteri yaitu: *Micrococcus* sp., dan *Proteus* sp., sedangkan pada pemberian ekoenzim (P2) terdapat 3 jenis bakteri yaitu: *Pseudomonas* sp., *Shigella* sp., dan *Bacillus* sp. Adapun saran yang dapat disampaikan oleh peneliti adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai penggunaan konsentrasi ekoenzim terhadap kadar BOD dan COD pada limbah air lindi agar dapat terlihat hasilnya secara nyata. Dan penggunaan limbah kulit buah juga penggunaan jenis gula dalam pembuatan ekoenzim memberikan hasil yang berbeda.

## DAFTAR RUJUKAN

- Agus, Sutanto. (2014). Bioremediasi Limbah Cair Nanas. Penerbit Metro, Lampung.  
Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan Nilai BOD dan COD

- Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22.
- Chin, P. M., Naim, A. N., Suja, F., & Usul, M. F. (2020). Impact of Effluent from the Leachate Treatment Plant of Taman Beringin Solid Waste Transfer Station on the Quality of Jinjang River. *processes*, 8(12), 1-18.
- Dwijoseputro. (1998). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Fidiastuti, H. R., & Suarsini, E. (2017). Potensi Bakteri Indigen Dalam Mendegradasi Limbah Cair Pabrik Kulit Secara in Vitro. *Bioeksperimen: Jurnal penelitian Biologi*, 3(1).
- Gaspersz, M. M., & Fitrihidajati, H. (2022). Pemanfaatan Ekoenzim Berbahan Limbah Kulit Jeruk dan Kulit Nanas sebagai Agen Remediasi LAS Detergen Utilization of Eco-enzyme from Citrus Peels and Pineapple Peels Waste as Detergent LAS Remediation Agent. *Lentera Bio*, 11, 503–513.
- Lay, B. (1994). *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta : *Rajawali*
- Lusiah, Lusiah, Wan Suryani, and Errie Margery. Pelatihan Pembuatan Eco Enzym Dari Sampah Rumah Tangga Buah Dan Sayuran Dan Pemasaran Produk Yang Dihasilkan Dari Eco Enzym Melalui Media Sosial. *Pubarama: Jurnal Publikasi Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 1 (July 1, 2021).
- Trihadiningrum, Y. 1995. *Mikrobiologi Lingkungan*. Jurusan Teknik Lingkungan-ITS, Surabaya.
- Pelczar, M.J. dan E,C.S.Chan. (2008). *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Jilid 1. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Said, N. I. Marsidi. R. 2005. *Mikroorganisme Patogen dan Parasit di Dalam Air Limbah Domestik Serta Alternatif Teknologi Pengolahan*. *Jurnal Air Indonesia* Vol. 1 (1). Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT. Jakarta.