

EFEKTIVITAS BIOREMEDIASI MENGGUNAKAN BAKTERI *Pseudomonas* UNTUK MENURUNKAN KADAR COD LIMBAH ORGANIK DI PABRIK CINCAU KOTA MEDAN

Dian Safitri¹, Yohana Reulina², Agnes Sebayang^{3*}, Nabila Pining⁴,
Marlinda Nilan Sari⁵, Adelia Febriyosa⁶

^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan

^{5,6}Dosen Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan

Corresponding author: agnesseybayang701@gmail.com

Abstract

Background: Environmental pollution, especially due to organic waste from the food industry, is a serious problem in today's society. Waste from grass jelly factories contains high organic content which causes an increase in Chemical Oxygen Demand (COD) and has the potential to pollute water and ecosystems. This study aims to evaluate the effectiveness of *Pseudomonas* bacteria as a bioremediation agent in reducing COD levels in grass jelly factory waste.

Methods: The methods used consisted of observational and experimental, with testing carried out at the Microbiology Laboratory, State University of Medan.

Results: The results showed that after 14 days of treatment, COD levels decreased from 195.75 mg/L to 154.73 mg/L, indicating a decrease of around 20.9%.

Conclusion: This study concludes that *Pseudomonas* bacteria are effective in reducing organic pollution in grass jelly factory waste, so they have the potential to be applied in industrial waste management.

Keywords: *Pseudomonas*, waste, environment and bioremediation

Abstrak

Latar Belakang: Pencemaran lingkungan, khususnya akibat limbah organik dari industri makanan, menjadi masalah serius di masyarakat saat ini. Limbah dari pabrik cincau mengandung kadar organik tinggi yang menyebabkan peningkatan Chemical Oxygen Demand (COD) dan berpotensi mencemari air dan ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas bakteri *Pseudomonas* sebagai agen bioremediasi dalam menurunkan kadar COD limbah pabrik cincau.

Metode: Metode yang digunakan terdiri dari observasional dan eksperimental, dengan pengujian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Negeri Medan.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah perlakuan selama 14 hari, kadar COD menurun dari 195,75 mg/L menjadi 154,73 mg/L, menunjukkan penurunan sekitar 20,9%.

Kesimpulan: Penelitian ini menyimpulkan bahwa bakteri *Pseudomonas* efektif dalam mengurangi pencemaran organik pada limbah pabrik cincau, sehingga berpotensi diterapkan dalam pengelolaan limbah industri.

Kata kunci: *Pseudomonas*, limbah, lingkungan, dan bioremediasi

PENDAHULUAN

Lingkungan yang tercemar merupakan salah satu isu atau kejadian yang tengah dihadapi oleh masyarakat zaman sekarang. Pencemaran memiliki berbagai sumber, seperti limbah organik dan anorganik. Salah satu sumber pencemaran dari limbah organik dapat dihasilkan dari industri makanan, seperti pabrik cinau, pabrik gula, dsb. Limbah yang berasal dari pabrik tersebut akan mencemari lingkungan jika kurang dikelola dengan baik. Limbah yang mencemari lingkungan bisa melalui air, udara, dan tanah. Limbah organik yang berasal dari pabrik biasanya dialirkan ke perairan yang menyebabkan masalah serius pada kualitas air dan kelestarian ekosistem perairan.

Dampak yang disebabkan oleh pencemaran tersebut dapat diatasi dengan upaya yang efektif untuk memulihkan kualitas air yang tercemar. Salah satu metode untuk pengolahan limbah organik yang efisien dan ramah lingkungan adalah bioremediasi. Bioremediasi adalah proses pemulihan atau perbaikan lingkungan yang tercemar dengan memanfaatkan organisme hidup, seperti mikroorganisme (bakteri dan jamur), tanaman, dan hewan untuk menguraikan atau menetralkan polutan berbahaya di tanah, air, atau udara (Riwanda *et al.*, 2024).

Limbah dari pabrik cinau umumnya mengandung kadar organik yang tinggi, yang dapat menyebabkan peningkatan kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dalam air. Kadar COD yang tinggi menunjukkan bahwa ada banyak zat organik yang dapat mencemari sumber air dan berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan.

Komponen bahan organik yang merupakan sumber bahan pencemar kualitas air umumnya adalah bahan organik yang terdiri dari protein, lemak dan karbohidrat, sehingga dalam penguraian bahan organik tersebut diperlukan adanya bakteri dari golongan bakteri proteolitik, bakteri lipolitik dan bakteri amilolitik. Hasil eksplorasi penelitian Herlina (2010) diketahui bahwa bakteri yang bersifat

proteolitik, amilolitik dan lipolitik yaitu *Pseudomonas* sp. Bakteri *Pseudomonas* memiliki kemampuan untuk memanfaatkan berbagai sumber karbon, yang memungkinkan mereka untuk tumbuh dan berkembang dalam lingkungan yang kaya akan senyawa organik, seperti limbah industri. Hal ini menjadikan *Pseudomonas* sangat efektif dalam proses bioremediasi (Raharja., 2010).

MATERI DAN METODE

Lokasi sampel diambil di sekitar pembuangan pabrik cinau yang berada di Desa Bandar Setia Tembung. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Universitas Negeri Medan. Penelitian dilakukan pada bulan September-Oktober 2024. Metode pengambilan dilakukan secara ex-situ.

Penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu observasional dan eksperimental. Pada tahap observasional, peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi lokasi di sekitar pembuangan limbah pabrik cinau. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan keadaan air limbah dari segi warna dan kekeruhan, serta kondisi lingkungan sekitarnya yang tidak dimanipulasi oleh peneliti. Pengamatan ini penting untuk memahami dampak awal dari limbah terhadap kualitas air dan lingkungan sekitar. Selanjutnya, penelitian juga melibatkan pendekatan eksperimental yang berfokus pada pengujian kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dalam air limbah. Dalam tahap ini, bakteri *Pseudomonas* dikulturkan dan sampel air limbah diuji sebelum dan setelah perlakuan di laboratorium. Proses ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif bakteri tersebut dalam mengurangi kadar COD, yang merupakan indikator pencemaran organik dalam air. Dalam penelitian ini, berbagai instrumen digunakan untuk mendukung proses analisis. Alat-alat yang digunakan meliputi autoklaf, laminar air flow, cawan petri, erlenmeyer, gelas ukur, jarum ose, dan spektrofotometer. Selain itu, bahan seperti biakan bakteri *Pseudomonas*, media Nutrient Agar (NA), aquadest, dan alkohol

70% juga disiapkan untuk mendukung eksperimen. Penggunaan alat dan bahan yang tepat sangat penting agar hasil penelitian dapat diandalkan.

Prosedur penelitian dimulai dengan pengambilan sampel air limbah sebanyak 500 ml dari pembuangan selokan di sekitar pabrik. Sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam botol gelap untuk mencegah fotosensitivitas. Setelah itu, parameter fisika seperti bau dan warna diukur secara organoleptik oleh dua orang penilai yang memberikan pendapat tentang kondisi sampel. Selanjutnya, uji parameter kimia dilakukan dengan metode spektrofotometri untuk menentukan kadar COD.

Uji parameter biologi dilakukan dengan mengkulturkan bakteri *Pseudomonas*. Media NA disiapkan dengan mencampurkan 5 gram media dengan aquadest dan kemudian disterilkan menggunakan autoklaf. Setelah media dingin, bakteri diinokulasikan ke dalam media tersebut menggunakan metode gores zig-zag. Setelah proses inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, bakteri siap digunakan untuk diinokulasikan ke dalam sampel air limbah. Proses ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang efektivitas bakteri dalam mengurangi pencemaran pada air limbah yang diuji selama tujuh hari observasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari bioremediasi dihari ke 14, bakteri *Pseudomonas aeruginosa* telah memiliki cukup waktu untuk menguraikan senyawa organik kompleks yang ada di limbah. Seiring waktu, senyawa dipecah menjadi sederhana dan tidak berwarna. Hasil dari bioremediasi adalah bahan-bahan organik akan terurai di dalam dan melepaskan gas seperti amoniak yang menghasilkan bau menyengat, hal tersebut

terjadi karena adanya pemecahan protein dari limbah yang akhirnya tercampur senyawa-senyawa seperti nitrogen dan fosfor, hari ke 14 gas seperti ammonia telah terurai menjadi lebih stabil dan bau berkurang seperti oksigen dan air. Hasil dari bioremediasi juga menghasilkan gelembung pada limbah cair cincau yang artinya dari proses tersebut sedang terjadi bioremediasi. Gelembung tersebut terjadi karena bakteri mengonsumsi bahan-bahan organik yang ada pada limbah cair cincau dan menghasilkan gas-gas sisa dan akhirnya dapat membentuk gelembung.

Endapan yang dihasilkan pada hari ke 7 bakteri masih berada dalam fase aktif menguraikan senyawa organik kompleks, hingga hari 14 bakteri telah memasuki tahap akhir degradasi, di mana senyawa kompleks terurai menjadi lebih sederhana. Endapan hitam bisa disebabkan oleh senyawa karbonyang stabil, seperti karbon tereduksi atau hasil metabolisme akhir.

Limbah organik pada limbah cincau yang belum diremediasi memiliki ciri warna coklat dan memiliki bau yang menyengat dan tidak memiliki gelembung serta tidak memiliki endapan. Sedangkan hasil bioremediasi di hari ke 5 hingga ke 7 menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* mengalami perubahan fisik dengan ciri memiliki warna coklat sedikit gelap dan hari ke 14 warna nya lebih sedikit terang dibanding hari ke 7, dihari ke 7 memiliki endapan berwarna putih hingga hari ke 14 endapan berubah menjadi warna hitam, aroma sedikit lebih menyengat dihari ke 7 tetapi dihari ke 14 aroma berubah tidak menyengat dan dihari ke 7 memiliki sedikit gelembung. Gelembung tersebut berasal dari aktivitas katabolisme bakteri yang diproses untuk mendegradasi limbah cair pabrik cincau yang sudah di bioremediasi.

Tabel 1. Pengamatan Hasil Organoleptik Selama 14 Hari

		0 Hari	3 Hari	5 Hari	7 Hari	14 Hari
Warna	Kontrol	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat
	<i>Pseudomona saeruginosa</i>	Coklat	Coklat	Coklat sedikit gelap	Coklat sedikit gelap	Coklat sedikit lebih terang
Aroma	Kontrol	Menyengat	Menyengat	Menyengat	Menyengat	Menyengat
	<i>Pseudomona saeruginosa</i>	Menyengat	Menyengat	Menyengat	Sedikit lebih menyengat	Tidak Menyengat
Gelembung	Kontrol	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Sedikit gelembung	Tidak ada gelembung



Gambar 1. Hasil nilai titik akhir titrasi

Hasil dari isolasi bakteri dan perhitungan jumlah koloni bakteri dengan metode pengenceran, disini dilakukan pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , dan 10^{-6} dan diinkubasi selama 1×24 jam. Hasil perhitungan koloni di pengenceran 10^{-4} dan

10^{-5} memiliki lebih dari 300 CFU/g dan 10^{-6} memiliki 83 koloni saja, ini di anggap valid karena tidak lebih dari TNTC (Too numerous to count). Uji COD (Chemical Oxygen Demand) pada sampel air limbah cincau tanpa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan

yang menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

Tabel 2. Uji COD (Chemical Oxygen Demand) pada sampel air limbah cincau tanpa bakteri *Pseudomonas aureus* dan yang menggunakan bakteri *Pseudomonas aureus*.

Nama Sampel	Volume	Nilai M FAS
Blanko	24,46 ml	
Limbah cincau tanpa bakteri <i>Pseudomonas</i>	18,16 ml	
Limbah cincau menggunakan bakteri <i>Pseudomonas</i>	19,48 ml	0,0971 N

Hasil COD (Chemical Oxygen Demand)

1. Tanpa bakteri

$$COD \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(24,46 - 18,16)ml \times 0,0971 N \times 8000}{25 ml}$$

$$= \frac{6,3 \times 0,0971 N \times 8000}{25} = \frac{4.893,84}{25}$$

$$= 195,75 \text{ mg/L}$$

2. Menggunakan bakteri

$$COD \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(24,46 - 19,48)ml \times 0,0971 N \times 8000}{25 ml}$$

$$= \frac{4,98 \times 0,0971 \times 8000}{25} = \frac{3.868,464}{25}$$

$$= 154,73 \text{ mg/L}$$

Pada penelitian ini pengukuran COD menggunakan metode titrasi. Dalam metode ini, senyawa organik dalam sampel air dioksidasi oleh kalium dikromat dalam kondisi asam (dengan H₂SO₄). Setelah

proses oksidasi, sisa kalium dikromat yang tidak tereduksi dititrasi dengan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS). Kemudian setelah mendapatkan nilai titik akhir titrasinya maka dihitung dengan rumus:

$$COD \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{\text{Vol. Blanko} - \text{Vol. Titrasi} \times M \text{ Fas} \times 8000}{\text{Volume Sampel (ml)}}$$

Hasil menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *Pseudomonas* berhasil menurunkan kadar COD dalam limbah cincau. Terlihat setelah perlakuan dengan bakteri *Pseudomonas*, terjadi penurunan pada kadar COD. Pada larutan blanko diperoleh nilai titik akhir titrasi sebesar 24,46 ml, menggunakan bakteri senilai 19,48 ml, tanpa bakteri senilai 18,16 ml dan larutan standar LCS sebesar 0,0971 ml.

Analisis kadar COD tanpa bakteri diperoleh nilai 195,75 mg/L dan menggunakan bakteri memperoleh nilai COD sebanyak 154,73 mg/L. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kadar COD menurun dari 195,75 mg/L menjadi 154,73 mg/L setelah perlakuan, yang menunjukkan penurunan sekitar 20,9%. Ini menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas* efektif dalam mendegradasi bahan organik yang terdapat dalam limbah

cincau. Waktu inkubasi berperan penting dalam efektivitas bioremediasi. Penelitian menunjukkan penurunan COD terjadi dalam waktu 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri memerlukan waktu untuk berkembang biak dan melakukan proses degradasi secara optimal. Penggunaan bakteri *Pseudomonas* sebagai agen bioremediasi terbukti efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cincau yang melebihi ambang batas standar mutu nasional. Penurunan kadar COD dari 195,75 mg/L menjadi 110 mg/L menunjukkan potensi besar dari bioremediasi mikroba sebagai solusi untuk masalah pencemaran air.

Air yang tercemar, misalnya oleh limbah domestik ataupun limbah industri pada umumnya mempunyai nilai COD yang tinggi, sebaliknya air yang tidak tercemar mempunyai COD yang rendah karena hal itu, maka diperlukannya degradasi bahan organik yang lebih besar. Jika suatu limbah yang telah melebihi dari ukuran baku mutu dalam beban pencemaran, maka limbah tersebut tidak diperbolehkan untuk dibuang ke badan air, yang merujuk kembali kepada SK tentang pembuangan air limbah ke laut dan peraturan undang-undang yang berlaku, hal tersebut dimaksudkan untuk menjaga ekosistem air dan kelestarian lingkungan. Tingginya nilai COD disebabkan adanya penurunan bahan organik maupun anorganik dari limbah industri yang dihasilkan. Tingginya kandungan COD di dalam air limbah mengakibatkan miskinnya kandungan oksigen dalam limbah sehinggabiota tidak akan hidup di dalam lingkungan limbah tersebut (Ramayanti.,2019).

SIMPULAN

Bakteri *Pseudomonas* terbukti memiliki potensi sebagai agen bioremediasi untuk mengatasi limbah pabrik cincau, berkat kemampuannya dalam mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas* efektif dalam

menurunkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah organik pabrik cincau, yang menandakan bahwa mikroba ini dapat membantu memperbaiki kualitas air limbah. Melalui proses bioremediasi, bakteri *Pseudomonas* dapat mencapai penurunan kadar COD yang signifikan, yang menunjukkan efisiensinya dalam memproses limbah organik dan potensinya untuk diterapkan dalam pengelolaan limbah industri. Diketahui dari hasil analisa yang di dapatkan yaitu dari nilai COD 195,75 mg/L menjadi 154,73mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Banin, M. M., Yahya, Y., & Nursyam, H. (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*, 3(1),49-62. <https://doi.org/10.35941/jtaf.3.1.2.021.6119>
- Harahap, M. R., Amanda, L. D., & Matondang, A. H. (2022). Analisis Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) dan Tss (Total Suspended Solid) pada Limbah Cair Dengan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Amina*, 2(2), 79–83. <https://doi.org/10.22373/amina.v2i2.772>
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26. <https://doi.org/10.32502/jd.v5i2.3030>.
- Melati, I. (2020). Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan dan Prospek Riset. *Prosiding Seminar Biotik Rahayu 2005*, 272–286.
- Ramayanti D., Ullil A. (2019). Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (Potential

- Hydrogen) Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 1 (1), 16-21.
- Rasmadita Dewi, S., Envirotek, W., & Sulastri, A. (2023). Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Oli Bekas dengan Metode Composting. *Jurnal Envirotek*, 15(2), 149–154. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v15i2.153>
- Riwanda, A., Mayasari, U., dan Rasyidah. (2024). Perbandingan Bakteri *Pseudomonas putida* dan *Bacillus cereus* Dalam Menurunkan Kadar COD BOD Pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Biogenerasi*, 9(1): 716-723.
- Syarifuddin, A., Yuliasuti, F., & Pradani, M. P. K. (2020). Potensi Cemar Bakteri *Escherichia coli* Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA) Terhadap Lingkungan di Kota Magelang. *Jurnal Kesehatan*, 13(1), 46–53. <https://doi.org/10.23917/jk.v13i1.11101>