

PERAN MIKROBA DALAM DEGRADASI LIMBAH ORGANIK DI LINGKUNGAN PERAIRAN

Bagus Felani¹

2025339003@usahid.ac.id¹

Linggar Ismara²

2025339007@usahid.ac.id²

Ronal Setiawan³

2025330016@usahid.ac.id³

Linda Noviana⁴

lindanoviana@gmail.com⁴

^{1,2,3,4}Universitas Sahid Jakarta

ABSTRACT

Microorganisms play an important role in the degradation of organic waste in aquatic environments. Organic waste originating from domestic, industrial, agricultural, and livestock activities can reduce water quality if not properly treated. Microbes such as bacteria, fungi, and protozoa are capable of decomposing complex organic compounds into simpler substances through biodegradation processes. This process helps reduce pollution levels, lower Biological Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD), and maintain the balance of aquatic ecosystems. Organic waste degradation can occur under aerobic and anaerobic conditions depending on oxygen availability in the water. Aerobic microorganisms use oxygen to break down organic matter into carbon dioxide and water, while anaerobic microorganisms produce methane and carbon dioxide. Several environmental factors such as temperature, pH, dissolved oxygen, and nutrient availability influence microbial activity in aquatic systems. In addition, microorganisms are widely applied in wastewater treatment technologies, including activated sludge systems, biofilters, bioremediation, and anaerobic digesters. Therefore, the role of microorganisms is essential in improving water quality and supporting sustainable environmental management in aquatic ecosystems.

Keywords: *Microorganisms, Organic Waste, Biodegradation, Aquatic Environment, Wastewater Treatment, Water Pollution, Bacteria, Bioremediation.*

ABSTRAK

Mikroorganisme memainkan peran penting dalam penguraian limbah organik di lingkungan perairan. Limbah organik yang berasal dari kegiatan domestik, industri,

pertanian, dan peternakan dapat menurunkan kualitas air jika tidak diolah dengan benar. Mikroba seperti bakteri, jamur, dan protozoa mampu menguraikan senyawa organik kompleks menjadi zat yang lebih sederhana melalui proses biodegradasi. Proses ini membantu mengurangi tingkat polusi, menurunkan Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) dan Kebutuhan Oksigen Kimia (COD), dan menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Penguraian limbah organik dapat terjadi dalam kondisi aerobik dan anaerobik tergantung pada ketersediaan oksigen dalam air. Mikroorganisme aerobik menggunakan oksigen untuk menguraikan bahan organik menjadi karbon dioksida dan air, sedangkan mikroorganisme anaerobik menghasilkan metana dan karbon dioksida. Beberapa faktor lingkungan seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan ketersediaan nutrisi memengaruhi aktivitas mikroba dalam sistem perairan. Selain itu, mikroorganisme banyak diterapkan dalam teknologi pengolahan air limbah, termasuk sistem lumpur aktif, biofilter, bioremediasi, dan digester anaerobik. Oleh karena itu, peran mikroorganisme sangat penting dalam meningkatkan kualitas air dan mendukung pengelolaan lingkungan berkelanjutan di ekosistem perairan.

Kata Kunci: Mikroorganisme, Degradasi Limbah Organik, Lingkungan Perairan, Biodegradasi, Pengolahan Air Limbah, BOD, COD, Bioremediasi.

PENDAHULUAN

Lingkungan perairan merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Perairan seperti sungai, danau, waduk, rawa, dan laut memiliki fungsi sebagai sumber air, habitat organisme, sarana transportasi, hingga tempat pembuangan limbah. Seiring meningkatnya aktivitas manusia, jumlah limbah yang masuk ke lingkungan perairan juga semakin besar. Limbah tersebut berasal dari kegiatan domestik, industri, pertanian, peternakan, dan aktivitas lainnya yang menghasilkan bahan organik maupun anorganik. Limbah organik menjadi salah satu penyebab utama pencemaran air karena

dapat menurunkan kualitas perairan apabila tidak dikelola dengan baik.

Limbah organik mengandung senyawa seperti protein, karbohidrat, lemak, dan bahan organik lainnya yang mudah terurai. Ketika limbah organik masuk ke perairan dalam jumlah besar, mikroorganisme akan menggunakan oksigen terlarut untuk menguraikan bahan tersebut. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/DO) dalam air sehingga mengganggu kehidupan organisme akuatik seperti ikan dan plankton. Selain itu, tingginya kandungan bahan organik juga dapat meningkatkan nilai Biological Oxygen Demand (BOD) dan

Chemical Oxygen Demand (COD) yang menjadi indikator pencemaran air.

Dalam proses alami, mikroorganisme memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan melalui proses biodegradasi. Mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan protozoa mampu menguraikan senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya. Proses ini membantu mengurangi tingkat pencemaran serta memperbaiki kualitas air secara alami. Berdasarkan kebutuhan oksigen, proses biodegradasi dapat berlangsung secara aerob maupun anaerob. Pada kondisi aerob, mikroorganisme memanfaatkan oksigen untuk menguraikan bahan organik menjadi karbon dioksida dan air, sedangkan pada kondisi anaerob dihasilkan gas metana dan karbon dioksida.

Peran mikroorganisme tidak hanya terjadi secara alami di lingkungan perairan, tetapi juga dimanfaatkan dalam berbagai teknologi pengolahan air limbah. Teknologi seperti lumpur aktif (activated sludge), biofilter, bioremediasi, dan digester anaerobik menggunakan aktivitas mikroba untuk menurunkan kandungan bahan pencemar organik. Pemanfaatan mikroorganisme dalam pengolahan limbah dinilai lebih ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan dibandingkan metode kimia maupun fisik.

Oleh karena itu, pemahaman mengenai peran mikroba dalam degradasi limbah organik di lingkungan perairan sangat penting untuk mendukung upaya

pengendalian pencemaran air dan menjaga kelestarian ekosistem perairan. Dengan memahami mekanisme kerja mikroorganisme dan faktor-faktor yang memengaruhi aktivitasnya, diharapkan pengelolaan limbah organik dapat dilakukan secara lebih efektif dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (library research) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan, mempelajari, dan menganalisis berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan peran mikroba dalam degradasi limbah organik di lingkungan perairan. Data yang digunakan berasal dari jurnal ilmiah, buku, artikel penelitian, dan sumber terpercaya lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Sumber Data dalam penelitian ini diperoleh dari dua jenis sumber, yaitu:

1. Data primer : Mikroorganisme pengurai limbah organik, proses biodegradasi di lingkungan perairan, pengolahan air limbah secara biologis, penurunan nilai BOD dan COD.
2. Data sekunder: Buku mikrobiologi lingkungan, buku pengolahan air limbah, artikel ilmiah, website dan publikasi resmi terkait kualitas air dan lingkungan.
3. Teknik pengumpulan data : Teknik pengumpulan data dilakukan melalui:, penelusuran jurnal nasional dan internasional, pengumpulan referensi dari buku dan artikel ilmiah,

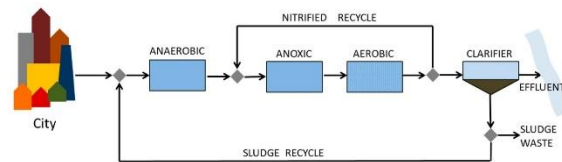
dokumentasi data terkait proses degradasi limbah organik oleh mikroorganisme

4. Teknik analisis data yang telah diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan cara: mengidentifikasi jenis mikroorganisme yang berperan dalam degradasi limbah organik., menjelaskan mekanisme biodegradasi secara aerob dan anaerob, menganalisis faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi aktivitas mikroba, mengkaji penerapan mikroorganisme dalam teknologi pengolahan air limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Somethinc adalah brand skincare lokal Berdasarkan hasil studi literatur dari berbagai jurnal dan sumber ilmiah, diketahui bahwa mikroorganisme memiliki peran yang sangat penting dalam proses degradasi limbah organik di lingkungan perairan. Mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan protozoa mampu menguraikan bahan organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga membantu mengurangi tingkat pencemaran air. Proses biodegradasi yang dilakukan oleh mikroorganisme berlangsung secara alami dan menjadi bagian penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Limbah organik yang berasal dari kegiatan domestik, industri, pertanian, dan peternakan mengandung senyawa seperti protein, lemak, dan karbohidrat yang dapat

mencemari lingkungan apabila jumlahnya berlebihan. Dalam kondisi tersebut, mikroorganisme memanfaatkan senyawa organik sebagai sumber energi dan nutrisi untuk pertumbuhan dan aktivitas metabolisme.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri merupakan mikroorganisme yang paling dominan dalam proses penguraian limbah organik. Beberapa jenis bakteri seperti *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Nitrosomonas* sp., dan *Nitrobacter* sp. diketahui memiliki kemampuan tinggi dalam menguraikan zat organik dan senyawa pencemar lainnya di lingkungan perairan. Selain bakteri, jamur juga berperan penting terutama dalam menguraikan bahan organik kompleks seperti selulosa dan lignin yang sulit diuraikan oleh mikroorganisme lain. Protozoa berfungsi membantu menjaga keseimbangan populasi bakteri serta meningkatkan efisiensi proses pengolahan limbah. Kehadiran berbagai jenis mikroorganisme tersebut membentuk hubungan yang saling mendukung dalam proses biodegradasi bahan organik.

Proses degradasi limbah organik dapat berlangsung secara aerob maupun anaerob tergantung pada ketersediaan oksigen di dalam air. Pada proses aerob, mikroorganisme menggunakan oksigen terlarut untuk menguraikan bahan organik

menjadi karbon dioksida, air, dan energi. Proses ini berlangsung lebih cepat dan umumnya menghasilkan bau yang lebih sedikit. Sebaliknya, pada proses anaerob, penguraian terjadi tanpa adanya oksigen sehingga menghasilkan gas metana dan karbon dioksida. Proses anaerob biasanya berlangsung lebih lambat, tetapi memiliki keuntungan karena dapat menghasilkan biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif.

Aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan limbah organik berpengaruh langsung terhadap penurunan nilai Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD). Nilai BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik secara biologis, sedangkan COD menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimia. Semakin tinggi kandungan limbah organik dalam air, maka semakin tinggi pula nilai BOD dan COD. Melalui aktivitas biodegradasi oleh mikroorganisme, kandungan bahan organik dalam air dapat berkurang sehingga nilai BOD dan COD menurun dan kualitas air menjadi lebih baik.

Selain itu, efektivitas aktivitas mikroorganisme dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan ketersediaan nutrisi. Suhu yang optimal dapat meningkatkan laju metabolisme mikroba sehingga proses penguraian berlangsung lebih cepat. Sebagian besar mikroorganisme bekerja

dengan baik pada suhu sekitar 25–35°C dan kondisi pH netral. Oksigen terlarut sangat penting terutama bagi mikroorganisme aerob karena digunakan dalam proses respirasi dan penguraian bahan organik. Jika kadar oksigen terlalu rendah, maka aktivitas mikroorganisme aerob akan menurun sehingga proses biodegradasi menjadi kurang optimal.

Peran mikroorganisme juga telah dimanfaatkan dalam berbagai teknologi pengolahan air limbah seperti sistem lumpur aktif (activated sludge), biofilter, bioremediasi, dan digester anaerobik. Pada sistem lumpur aktif, bakteri aerob digunakan untuk menguraikan bahan organik di dalam bak aerasi. Biofilter memanfaatkan lapisan mikroorganisme yang tumbuh pada media tertentu untuk menguraikan polutan organik. Sementara itu, bioremediasi merupakan metode pemanfaatan mikroorganisme untuk membersihkan lingkungan tercemar secara alami. Teknologi pengolahan limbah berbasis mikroorganisme dinilai lebih ramah lingkungan, efektif, dan ekonomis dibandingkan metode pengolahan secara kimia.

Secara keseluruhan, mikroorganisme memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga kualitas lingkungan perairan melalui proses degradasi limbah organik. Aktivitas mikroba membantu mengurangi pencemaran air, menurunkan kadar bahan organik, serta menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Oleh karena itu, pemanfaatan mikroorganisme dalam pengolahan limbah perlu terus

dikembangkan sebagai salah satu solusi pengendalian pencemaran lingkungan yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap bencana banjir yang terjadi di wilayah Texas Hill Country pada tanggal 4 hingga 7 Juli 2025, dapat disimpulkan bahwa:
2. Mikroorganisme memiliki peran penting dalam degradasi limbah organik di lingkungan perairan.
3. Mikroba seperti bakteri, jamur, dan protozoa mampu menguraikan senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses biodegradasi.
4. Proses degradasi limbah organik dapat berlangsung secara aerob maupun anaerob tergantung ketersediaan oksigen.
5. Aktivitas mikroorganisme membantu menurunkan nilai BOD dan COD sehingga kualitas air menjadi lebih baik.
6. Faktor lingkungan seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan nutrisi memengaruhi efektivitas aktivitas mikroba.
7. Teknologi pengolahan limbah berbasis mikroorganisme seperti lumpur aktif, biofilter, bioremediasi, dan digester anaerobik efektif dalam mengurangi pencemaran air.

8. Mikroorganisme berperan besar dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain

1. Masyarakat dan industri perlu mengurangi pembuangan limbah organik langsung ke perairan tanpa pengolahan.
2. Penggunaan teknologi pengolahan limbah berbasis mikroorganisme perlu ditingkatkan karena lebih ramah lingkungan dan efektif.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai mikroorganisme yang memiliki kemampuan biodegradasi tinggi.
4. Pemerintah perlu meningkatkan pengawasan terhadap pencemaran lingkungan perairan.
5. Edukasi kepada masyarakat mengenai pentingnya menjaga kualitas air dan lingkungan perlu ditingkatkan.
6. Kerja sama antara pemerintah, masyarakat, dan industri diperlukan untuk mengurangi pencemaran limbah organik di perairan.

Penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan risiko degradasi dapat diminimalisir dan kejadian serupa di masa depan dapat ditangani dengan lebih cepat, efektif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2018). Brock Biology of Microorganisms (15th ed.). New York: Pearson Education.
- Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (5th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (2010). Dasar-Dasar Mikrobiologi. Jakarta: UI Press.
- Fardiaz, S. (1992). Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Kanisius.
- Waluyo, L. (2009). Mikrobiologi Lingkungan. Malang: UMM Press.
- ScienceDirect – Microbial Degradation
- ResearchGate – Role of Microorganisms in Wastewater Treatment
- MDPI Microorganisms Journal
- Garuda Kemdikbud Database Jurnal Indonesia
- Neliti – Jurnal dan Penelitian Indonesia
- National Weather Service (NWS). (2025). Texas Hill Country Extreme Rainfall Event Analysis.