

KEBERADAAN BAKTERI PENGURAI BAHAN PENCEMAR ORGANIK PADA AIR LIMBAH DOMESTIK PULAU KODINGARENG

The Existence of Organic Pollution Decomposing Bacteria in Domestic Wastewater of Kodingareng Island

Nurlia Sila¹, Agus Bintara Birawida², Muh. Fajaruiddin Natsir³

¹Departemen Kesehatan Lingkungan/Universitas Hasanuddin

²Departemen Kesehatan Lingkungan/Universitas Hasanuddin

³Departemen Kesehatan Lingkungan/Universitas Hasanuddin

Email: nurliasila@gmail.com

ABSTRAK

Masalah air limbah di Indonesia masih menjadi permasalahan serius. Air limbah domestik yang dihasilkan oleh masyarakat langsung dibuang ke badan-badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu, salah satunya dibuang langsung ke laut oleh masyarakat pesisir dan pulau kecil. Jika ditinjau dari kualitas air limbah, bahan kimia yang terkandung terdiri dari senyawa organik dan non-organik. Air limbah di lingkungan akan berdampak negatif terhadap biota di perairan dan kesehatan manusia pada konsentrasi dan jumlah tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk melihat dan mengidentifikasi keberadaan bakteri pengurai bahan pencemar organik pada air limbah domestik masyarakat Pulau Kodingareng. Jenis penelitian adalah penelitian kuantitatif observasional dengan pendekatan deskriptif. Sampel penelitian adalah air limbah domestik (*grey water*) yang didapatkan dari enam titik pengambilan sampel di Pulau Kodingareng. Hasil penelitian yang didapatkan dari proses identifikasi mikrobiologi yaitu terdapat jenis bakteri yang mampu menguraikan bahan pencemar organik diantaranya *Eschericia coli*, *Acinetobacter iwoffii*, *Acinetobacter haemolyticus*, *Proteus mirabilis*, dan *Pseudomonas sp.*. Hasil penelitian jika ditinjau dari faktor lingkungan, didapatkan hasil pH air limbah domestik berkisar 6,1 - 8,0 sedangkan suhu berkisar 26 - 27°C dimana angka ini merupakan kisaran pH dan suhu yang optimum untuk pertumbuhan bakteri pengurai bahan pencemar organik.

Kata kunci: Bakteri pengurai, Bahan pencemar organik, pH, Suhu, Air Limbah Domestik

ABSTRACT

*The problem of wastewater in Indonesia is still a serious problem. Domestic wastewater produced by the community is directly discharged into water bodies without prior treatment, one of which is discharged directly into the sea by coastal and small island communities. When viewed from the quality of wastewater, the chemicals contained consist of organic and non-organic compounds. Wastewater in the environment will have a negative impact on biota in the waters and human health at certain concentrations and amounts. This study aims to see and identify the presence of bacteria that decompose organic pollutants in the domestic wastewater of the people of Kodingareng Island. This type of research is observational quantitative research with a descriptive approach. The research sample was domestic wastewater (grey water) obtained from six sampling points on Kodingareng Island. The results obtained from the microbiological identification process are that there are types of bacteria that are able to decompose organic pollutants including *Eschericia coli*, *Acinetobacter iwoffii*, *Acinetobacter haemolyticus*, *Proteus mirabilis*, and *Pseudomonas sp.* ranged from 6.1 - 8.0 while the temperature ranged from 26 - 27°C where this figure is the optimum pH and temperature range for the growth of bacteria that decompose organic pollutants.*

Keyword: Decomposing bacteria, Pollutan organic matter, pH, Temperature, Domestic wastewater

PENDAHULUAN

Setiap aktivitas manusia pada umumnya menghasilkan limbah buangan yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan kian meningkat dari tahun ke tahun. Limbah adalah buangan dari hasil produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Apabila ditinjau dari segi kimiawi, limbah terdiri dari senyawa organik dan senyawa anorganik. Limbah di lingkungan, baik berupa limbah padat maupun limbah cair akan berdampak negatif pada konsentrasi dan jumlah tertentu yang selanjutnya dapat berdampak pada kelangsungan hidup biota di perairan dan kesehatan manusia¹.

Permasalahan air limbah di Indonesia menjadi salah satu permasalahan yang serius. Masyarakat Indonesia sebagian besar membuang air limbah domestiknya langsung ke lingkungan atau badan-badan air seperti laut. Beberapa kota besar masih banyak yang belum melakukan pengelolaan air limbah domestik secara komunal. DKI Jakarta sebagai salah satu kota besar di Indonesia masih belum maksimal dalam pengelolaan air limbah domestik, terbukti hanya sekitar 20% limbah domestik yang terolah dengan baik. Belum lagi kota-kota lain yang memiliki angka yang lebih kecil dari 20% bahkan tidak ada sama sekali pengolahan air limbah domestik².

Pulau kecil ditandai dengan padatnya populasi penduduk, tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi, jumlah wisatawan tinggi, kurangnya anggaran pada lembaga pemerintahan, perencanaan pulau yang buruk, terbatasnya area untuk pengolahan limbah padat dan cair, rendahnya tingkat pelatihan, dan lingkungan yang rapuh. Kondisi kesehatan lingkungan yang masih perlu dibenahi dikarenakan sanitasi yang rendah, ketersediaan air bersih yang terbatas, pengelolaan limbah yang kurang, serta rumah penduduk yang tidak layak huni³.

Berdasarkan Laporan Profil Kelurahan Pulau Kodingareng Tahun 2020, Pulau Kodingareng merupakan salah satu pulau kecil yang berada di Kecamatan Ujung Tanah Kota Makassar yang memiliki luas wilayah 0,48 km² dengan ketinggian kurang dari 500 meter dari permukaan laut. Jumlah penduduk sebanyak 4.526 jiwa yang terdiri dari 2.276 penduduk laki-laki dan 2.250 penduduk perempuan serta 1.081 Kepala Keluarga dan mayoritas berprofesi sebagai nelayan⁴. Penduduk yang dikategorikan padat ini setiap hari memproduksi air limbah domestik yang pengolahannya belum memadai. Air limbah domestik yang dihasilkan masyarakat Pulau Kodingareng langsung dialirkan ke laut tanpa pengolahan lebih

lanjut yang secara langsung akan mencemari air laut.

Penerapan pengolahan air limbah dapat dikatakan jauh dari harapan dan diperkirakan masalah limbah akan menjadi krisis baru dunia di masa yang akan datang. Bukan tanpa alasan mengingat bentuk, sifat, serta jumlah dari limbah yang dihasilkan semakin lama semakin meningkat. Air limbah yang semakin meningkat ini akan bermuara ke laut dan lambat laun laut akan semakin dipenuhi oleh limbah. Salah satu cara yang dinilai aman dan tidak mengganggu lingkungan adalah penanganan air limbah secara mikrobiologis dalam hal ini metode bioremediasi, dimana metode ini akan menggunakan agen-agen mikroorganisme untuk mendegradasi bahan-bahan organik dari limbah tersebut¹.

Air limbah umumnya mengandung bakteri yang dapat menguraikan bahan pencemar organik sehingga air limbah aman dibuang ke lingkungan. Saat ini penelitian pengaplikasian bioremediasi untuk air tercemar dapat menggunakan dua agen bioremediator, yaitu bakteri indigen dan bakteri commercial product. Bakteri indigen merupakan hasil isolasi bakteri yang dilakukan oleh laboratorium yang bersangkutan dan didapatkan dari sampel lingkungan sedangkan bakteri commercial product mikroorganisme yang didapatkan

dipasaran komersial dan mudah didapatkan. Produk komersial untuk bioremediasi biasa dipergunakan untuk menjaga kualitas air⁵.

Keberadaan mikroba di perairan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, faktor tersebut meliputi faktor abiotik dan (suhu air, konduktivitas, arus, kekeruhan, cahaya, pH, salinitas, Biochemical Oxygen Demand (BOD), kadar oksigen terlarut atau Chemical Oxygen Demand (COD). Faktor biotik meliputi kompetisi untuk mendapatkan makanan dan interaksi antara organisme⁶ Penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Priadie (2012) diketahui bahwa berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi yang berasal dari bakteri indigen didapatkan: *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Phenyllo-bacterium*, *Enhydro-bacter*, *Morrococcus*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, dan *Pseudomonas*, yang dapat mendegradasi logam Pb, nitrat, nitrit, bahan organik, sulfida, kekeruhan, dan amonia. Sedangkan dari bakteri commercial product didapatkan jenis: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Escherichia* dengan enzim Amilase, Protease, Lipase, Esterase, Urease, Selulosa, dapat mendegradasi pencemar organik, nitrogen, fosfat, maupun kontrol pertumbuhan alga⁵.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk

mengetahui bakteri yang berpotensi sebagai pengurai bahan pencemar organik pada air limbah masyarakat Pulau Kodingareng. Bakteri pengurai yang didapatkan kemudian menyadarkan masyarakat dan pihak terkait akan pentingnya mengembalikan kondisi lingkungan dengan efektif dan efisien tanpa menghasilkan cemaran lebih dengan memanfaatkan bakteri.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif observasional dengan pendekatan deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Juni 2021 di Pulau Kodingareng, Kecamatan Kepulauan Sangkarrang, Kota Makassar dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar. Sampel penelitian ini adalah air limbah domestik yang diambil dari masing-masing RW di Pulau Kodingareng dengan memperhatikan kriteria inklusi yang telah ditentukan yaitu

air limbah yang berasal dari rumah yang memiliki outlet pembuangan limbah.

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu pengambilan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil observasi dan pemeriksaan laboratorium air limbah domestik. Data sekunder bersumber dari literatur yang diperoleh dari penelusuran pustaka-pustaka, tesis, jurnal, buku dan dari instansi yang berkaitan dan mendukung penelitian ini. Data yang diperoleh berupa data hasil pemeriksaan laboratorium yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri pengurai bahan pencemar organik. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dengan tabel grafik dan narasi yang menggambarkan secara menyeluruh keberadaan bakteri pengurai serta faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaannya pada air limbah domestik.

HASIL

Peta sebaran bakteri pengurai bahan pencemar organik pada air limbah domestik Pulau Kodingareng:



Sumber: *Data Primer, 2021*

Gambar 1. Sebaran Bakteri Pengurai Bahan Pencemar Organik Pulau Kodingareng

Gambar 1. menunjukkan peta titik pengambilan sampel yang tersebar di enam RW Pulau Kodingareng. Dari peta dapat

dilihat bahwa keberadaan bakteri sangat variatif di setiap RW.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Bakteri Pengurai Bahan Pencemar Organik pada Air Limbah Domestik Pulau Kodingareng Tahun 2021

No.	Sampel	Suhu	pH	Bakteri
1.	RW 01	26°C	6,9	<i>Escherichia coli</i>
2.	RW 02	26°C	6,1	<i>Escherichia coli</i>
3.	RW 03	26°C	7,8	<i>Acinetobacter iwoffii</i>
4.	RW 04	27°C	8,0	<i>Acinetobacter haemolyticus</i>
5.	RW 05	26°C	7,7	<i>Proteus mirabilis</i>
6.	RW 06	27°C	7,7	<i>Pseudomonas sp.</i>

Sumber: *Data Primer, 2021*

Tabel 1. menunjukkan bahwa pada semua titik sampel memiliki temperatur yang optimum untuk pertumbuhan bakteri yaitu 25°C - 35°C. Ditinjau dari derajat keasaman (pH), sampel yang didapatkan dari RW 03, RW 04, RW 05, dan RW 06 memiliki pH optimum untuk bakteri pengurai amonia yaitu berkisar antara 7,5 - 8,5 sedangkan untuk sampel air limbah domestik yang diperoleh dari RW 01 dan RW 02 mempunyai pH yang lebih asam yang sesuai dengan bakteri heterotrofik yang tumbuh lebih cepat pada kondisi dengan konsentrasi DO rendah. Bakteri yang

teridentifikasi yaitu *Escherichia coli*, *Acinetobacter iwoffii*, *Acinetobacter haemolyticus*, *Proteus mirabilis*, dan *Pseudomonas sp.*

PEMBAHASAN

Keberadaan bakteri di dalam air termasuk air limbah domestik sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan pH air yang optimum bagi pertumbuhan bakteri. Rentang pH untuk pertumbuhan bakteri adalah 4 - 9 dengan pH optimum 6,5 - 7,5⁷. Namun hal ini

kembali tergantung organisme masing-masing karena makhluk hidup berbeda-beda dalam hal bisa bertahan terhadap perubahan nilai pH. Pada saat pengambilan sampel, terlebih dahulu dilakukan pengukuran pH menggunakan pH meter dan didapatkan hasil rata-rata pH di Pulau Kodingareng yaitu 7,3 dengan rincian pH terkecil yang didapatkan adalah 6,1 sedangkan pH tertinggi yaitu 8,0. Nilai pH tersebut termasuk dalam kategori optimum untuk bakteri melakukan aktivitasnya. Selain pH, suhu tentu sangat berpengaruh terhadap kebedadarn bakteri. Bakteri akuatik dapat hidup pada suhu 0° - 45°C sedangkan untuk suhu pertumbuhan bakteri yang optimum terletak antara suhu lingkungan 25 - 35°C⁸. Pengambilan air sampel limbah domestik di Pulau Kodingareng dilakukan pada saat sore hari dengan rata-rata suhu lingkungan yaitu 26,33°C. Suhu terendah pada saat pengambilan sampel yaitu 26°C sedangkan yang tertinggi pada suhu 27°C.

Air limbah domestik yang didapatkan dari Pulau Kodingareng kemudian dilakukan pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui bakteri yang teridentifikasi didalamnya. Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan, didapatkan beberapa jenis bakteri pada sampel air limbah. Pada RW 01 dan RW 02 ditemukan bakteri *Eschericia coli*, pada RW 03 dan 04 ditemukan bakteri dari genus *Acinetobacter* yaitu pada RW 03 bakteri dari spesies *Acinetobacter iwoffii* dan RW 04 ditemukan *Acinetobacter haemolyticus*, ditemukan bakteri *Proteus mirabilis* pada RW 05, serta bakteri *Pseudomonas* sp. pada RW 06. Dari temuan beberapa bakteri ini, didapatkan empat genus bakteri yaitu *Eschericia*, *Acinetobacter*, *Proteus*, dan *Pseudomonas* yang semua merupakan bakteri gram negatif. Komponen khusus yang dimiliki bakteri gram negatif terdiri

dari lipoprotein dan selaput luar. Selaput luar ini mempunyai saluran khusus yang mengandung molekul protein yang disebut porin yang memudahkan difusi pasif senyawa hidrofil dengan berat molekul rendah (gula, asam amino, ion-ion tertentu). Molekul antibiotika dapat menembus, lambat, sehingga bakteri gram negatif relatif lebih resisten terhadap antibiotik⁹. Hal inilah yang menyebabkan bakteri gram negatif mudah hidup di dalam air limbah dan melakukan aktivitasnya sebagai bakteri pengurai.

Hasil identifikasi keberadaan bakteri dari sampel air limbah domestik didapatkan bakteri dari genus *Eschericia* dalam hal ini spesies *Eschericia coli* yang didapatkan dari RW 01 dan RW 02. Bakteri jenis ini merupakan indikator dalam air maupun bahan makanan. Bakteri *Eschericia* merupakan bakteri flora normal yang ada di dalam usus besar manusia dan akan mengindikasikan pencemaran jika berada di dalam air atau makanan. Bakteri *Eschericia* merupakan bakteri gram negatif yang mampu mefermentasikan laktosa. Selain itu, bakteri ini juga mampu menguraikan bahan pencemar organik dan menghasilkan etanol, CO₂ dan H₂O¹⁰. Air sampel yang didapatkan dari RW 03 dan RW 04 teridentifikasi merupakan bakteri dari genus *Acinetobacter*, dimana bakteri yang didapatkan dari RW 03 adalah *Acinetobacter iwoffii* sedangkan pada RW 04 didapatkan *Acinetobacter haemolyticus*. Bakteri dari genus *Acinetobacter* yang merupakan bakteri gram negatif memiliki enzim yang digunakan untuk mereduksi nitrat pada kondisi aerob maupun anaerob. Dalam pengolahan air limbah, bakteri ini digunakan pada lumpur aktif untuk menguraikan bahan-bahan pencemar¹¹.

Keberadaan bakteri lainnya didapatkan dari RW 05 yaitu teridentifikasi bakteri dari genus *Proteus*. Bakteri ini juga merupakan bakteri gram negatif berbentuk

batang pendek. Bakteri *Proteus* sp. mempunyai kemampuan menguraikan bahan organik. Salah satu dari bakteri genus ini berpotensi menggunakan gula sebagai sumber karbon dalam melakukan aktivitasnya. Hal ini dikarenakan bakteri ini memiliki enzim azoreduktase yang terletak pada intraseluler yang terdapat pada dinding membran dan di dalam sitoplasma sel. Selain enzim azoreduktase, enzim lipase juga dimiliki oleh bakteri ini untuk mendegradasi hidrokarbon termasuk minyak¹². Bakteri genus *Pseudomonas* teridentifikasi dari sampel air limbah domestik RW 06. Bakteri *Pseudomonas* tergolong bakteri gram negatif yang bersifat aerobik dan dapat menempel pada permukaan dan sulit dihilangkan dengan prosedur pembersihan biasa. Bakteri *Pseudomonas* adalah sekelompok besar bakteri yang hidup bebas terutama di air laut, dan air tanah. Bahkan, spesies *Pseudomonas aeruginosa* sangat lazim ditemukan di lingkungan seperti tanah, laut, air limbah, dan berasosiasi dengan beberapa tumbuhan. Kemampuan beradaptasi dengan berbagai hal bahkan air suling membuat bakteri ini ditemukan tersebar luas di lingkungan¹³.

Hasil identifikasi bakteri-bakteri tersebut sejalan dengan penelitian Fidiastuti (2017) yang menyebutkan bahwa diperoleh spesies-spesies bakteri potensial yang juga memiliki kemampuan dalam mendegradasi limbah cair yaitu *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas pseudomallei*, dan *Actinobacillus* sp. Dimana bakteri-bakteri ini menghasilkan enzim lipolitik yang dapat mendegradasi lemak menjadi substrat yang lebih sederhana. Substrat ini akan terhidrolisis menjadi asam piruvat yang selanjutnya ketika lingkungan telah mengandung cukup oksigen (kondisi aerobik), maka melalui mobilisasi asetil-KoA akan masuk dalam lingkaran asam trikarboksilat (Siklus Krebs) yang pada

akhirnya akan dibebaskan menjadi CO₂ dan H₂O¹⁴. Beberapa bakteri memiliki mekanisme untuk mengatasi permasalahan air limbah termasuk logam berat. Setiap bakteri memiliki aktif effix yang merupakan kunci dari resistensi, mengangkut kation logam keluar dari sitosol dan ruang periplasma gram negatif¹⁵.

Beragamnya bakteri yang berpotensi sebagai pengurai atau pendegradasi bahan pencemar di dalam air limbah domestik dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan komposisi zat-zat yang terkandung di dalam air limbah domestik¹⁶. Menemukan bakteri-bakteri ini merupakan upaya konkrit yang kemudian dimanfaatkan dan dikembangkan di dalam proses pengolahan air limbah domestik. Upaya ini dilakukan agar mendukung terciptanya lingkungan yang bersih dan sehat untuk masyarakat khususnya mereka yang hidup di pesisir dan pulau-pulau kecil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pemeriksaan sampel air limbah domestik Pulau Kodingareng Kecamatan Kepulauan Sangkarrang Kota Makassar Tahun 2021, bahwa suhu tertinggi yang didapatkan pada pengukuran suhu air limbah domestik Pulau Kodingareng adalah 27°C yaitu pada RW 04 dan RW 06 sedangkan suhu terendah adalah 26°C pada sampel RW 01, 02, 03, dan 05. pH tertinggi yang didapatkan pada pengukuran pH air limbah domestik Pulau Kodingareng adalah 8 yaitu pada RW 04 sedangkan pH terendah adalah 6,1 didapatkan pada sampel RW 02. Jenis bakteri pengurai bahan pencemar organik yang teridentifikasi pada air limbah domestik Pulau Kodingareng yaitu *Escherichia coli*, *Acinetobacter iwoffii*, *Acinetobacter haemolyticus*, *Proteus mirabilis*, dan *Pseudomonas* sp.

DAFTAR PUSTAKA

1. Waluyo L. *Bioremediasi Limbah*. Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.; 2018.
2. Kholif M Al. *Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Cetakan Pe. Scopindo Media Pustaka; 2020.
3. Anwar, Baharuddin, Dkk. Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Berbasis 3R Pada Masyarakat Pulau Barrang Lompo. *Garuda Ristekdikti*. 2016;1(1).
4. Direktorat Jenderal Pemberdayaan Masyarakat dan Desa. *Laporan Profil Kelurahan Pulau Kodingareng Tahun 2020.*; 2020.
5. Priadie B. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *J Ilmu Lingkung*. 2012;10(1):38-48.
6. Mudatsir. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Mikroba dalam Air. *J Kedokt Syiah Kuala*. 2007;7(1).
7. Mayasari U. *Diktat Mikrobiologi*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara; 2020.
8. C M. Analisis Bakteri (*Eschericia coli*) pada Air Laut dan Sedimen di Perairan Sei Ladi. Published online 2017.
9. Putri, Meganada, Hiaranya, Dkk. *Mikrobiologi Bahan Ajar Keperawatan Gigi*. PPSDMK Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2017.
10. Hermanus, B M, et.al. pengaruh Perlakuan Aerob dan Anaerob terhadap Variabel BOD, COD, pH, dan Bakteri Dominan Limbah Industri Desiccated Coconut PT. Global Coconut Radey, Minahasa Selatan. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2015;3(2):48-59.
11. Nur AB. Aktivitas Isolat Bakteri Aerob dari Lumpur Aktif Pengolahan Limbah Cair dalam Mendegradasi Limbah Organik. Published online 2007.
12. Utari, Ayu S, et.al. solasi, Identifikasi dan Uji Potensi Bakteri yang Berperan pada Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Rhodamin B dalam Biosistem Tanaman. *J Simbiosis*. 2015;3(1):301-312.
13. Lae, Khine, Ngwe, Hla. Isolation and Identification of *Pseudomonas aeruginosa* From The Clinical Soil. *Univ Yangon Res J*. 2018;28:271-275.
14. Fidiastuti, Rachman, Suarsini E. potensi Bakteri Indigen dalam Mendegradasi Limbah Cair Pabrik Kulit Secara In Vitro. *Bioeksperimen*. 2017;3(1):1-10.
15. Teitzel, M G, et.al. Survival and Growth in the Presence of Elevated Copper: Transcriptional Profiling of Copper-Stressed *Pseudomonas aeruginosa*. *J Bacteriol*. 2006;188(20):7242-7256.
16. Suriawiria U. *Mikrobiologi Air*. PT. Alumni; 2008.