PHARMACY GENIUS
Vol. 04 No. 02 Hal. 77-82 Tahun: 2025
ISSN 2964-4771

Review Jurnal Pengelolaan Limbah Cair Farmasi Dengan Metode *Aerob-Anaerob* Dalam Penurunan Kadar *COD*

Annisa[1], Difa Az-Zahra[2], Nur Rifa Ashya[3], Nor Latifah[4]
[1]Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Banjarmasin, Indonesia

Korespondensi: Annisa
Email: annisaansy231104@gmail.com
Alamat : Jln.jahri saleh komplek pandan arum blok c jalur 3 no.67 rt.13 , Kota Banjarmasin, Banjarmasin Utara, Kalimantan Selatan, Id 70121
082149720992

Pharmacy Genius Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ABSTRAK

Pendahuluan: Limbah cair industri farmasi mengandung senyawa organik kompleks dan bahan toksik yang menyebabkan tingginya nilai Chemical Oxygen Demand (COD). Pengolahan biologis dengan metode aerob dan anaerob menjadi alternatif yang efektif dan ramah lingkungan.
Tujuan: Artikel ini bertujuan untuk mereview dan membandingkan efektivitas metode aerob dan anaerob dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair farmasi.
Metode: Kajian ini dilakukan melalui studi literatur terhadap dua artikel penelitian. Artikel pertama membahas metode anaerob menggunakan lumpur aktif dari pupuk kandang dengan variabel MLSS dan beban fenol. Artikel kedua mengkaji metode aerob dengan sistem biofilter menggunakan media bioball dan variasi waktu tinggal.
Hasil: Metode anaerob menurunkan COD sebesar 21,84–55% dan fenol hingga 99,87% pada kondisi optimum. Namun, efisiensi menurun pada beban fenol tinggi atau adanya mikronutrien toksik seperti Cu. Metode aerob menunjukkan efisiensi penurunan COD sebesar 23,04–42,82%, dengan hasil terbaik pada waktu tinggal 8 jam. Sistem biofilter aerob terbukti stabil dan cocok untuk pengolahan limbah dengan beban organik sedang.
Kesimpulan: Kedua metode memiliki kelebihan dan keterbatasan masing-masing. Penggunaan metode anaerob cocok untuk beban COD tinggi, sementara metode aerob efektif untuk stabilisasi lanjutan. Kombinasi keduanya direkomendasikan sebagai strategi optimal dalam pengolahan limbah cair farmasi secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Limbah industri, limbah cair, COD, metode anaerob, metode aerob

Pendahuluan

Pada dasarnya, limbah farmasi termasuk dalam kategori limbah medis berbahaya karena sifatnya yang toksik, flammable, reaktif, dan corrosive, dan karena konsentrasi atau jumlah yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, untuk menghindari risiko, diperlukan pengelolaan yang baik dan benar. Kegiatan industri telah menjadi bagian integral dari kehidupan, dan karena pengelolaan limbah yang tidak efektif, mereka memiliki efek baik dan buruk bagi manusia dan lingkungan. Karena air limbah yang dihasilkan dari berbagai industri, termasuk industri farmasi, mengandung, pengolahan air limbah yang cermat dan terpadu diperlukan. Menurut Kristanto (2004), limbah dapat dikategorikan dalam berbagai kategori berdasarkan bentuknya (padat, cair, gas), sifatnya (berbahaya dan beracun, tidak berbahaya dan beracun), karakteristiknya (korosif, mudah menyala, beracun, reaktif), dan sumbernya (domestic & industry). Limbah cair adalah subjek penelitian ini (Theofanidis, 2007).

Industri farmasi biasanya termasuk dalam dua kategori: (1) proses yang menghasilkan bahan formula melalui fermentasi, ekstraksi, dan/atau sintesis kimia; dan (2) proses yang menghasilkan produk farmasi akhir. Industri farmasi dapat menghasilkan limbah cair dari aktivitas laboratorium, pencucian alat produksi, proses produksi, dan sisa produk yang tidak memenuhi spesifikasi atau kegagalan proses(Milasari et al., 2010). Limbah cair yang dihasilkan mengandung senyawa organik dan anorganik terlarut serta bersifat beracun dan rekalsitran. Oleh karena itu, limbah cair yang berasal dari industri farmasi memiliki nilai BOD (biokimia kebutuhan oksigen), COD (kebutuhan oksigen kimiawi), dan TSS (total suspended solids) yang tinggi. Semua nilai ini dapat menimbulkan bahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Firmansyah et al., 2021)

Jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimia dalam air limbah disebut chemical oxygen demand (COD) karena limbah cair yang dihasilkan dari industri farmasi mengandung senyawa organik dan anorganik terlarut. Karena itu, limbah cair ini memiliki nilai chemical oxygen demand (COD) yang tinggi dan jika dibiarkan mengalir ke badan air secara terus menerus, akan mengganggu lingkungan sekitar dan menyebabkan timbulnya penyakit(Dianti et al., 2019).

Salah satu industri farmasi menghasilkan dua jenis limbah cair farmasi: limbah cair betalaktam dan limbah cair non steril non betalaktam (NSNB). Limbah cair yang masuk ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sangat berbeda-beda tergantung pada proses yang digunakan dalam produksi. Limbah cair berasal dari air buangan dari pencucian alat dan mesin produksi serta dari sistem tata udara (HVAC). Kadar COD pada limbah cair industri farmasi tidak memenuhi standar, dengan baku mutu COD air limbah industri farmasi 150 ppm[3]. Pengujian yang dilakukan pada tahun 2019 menunjukkan kadar COD rata-rata 166,17 ppm.

Hampir semua junis limbah cair dapat diolah secara biologi bila dilakukan melalui analisis dan kontrol lingkungan yang benar. Proses pengolahan biologi merupakan proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan air limbah, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menggunakan bakteri organik pencemar yang ada sebagai bahan makanan dalam kondisi lingkungan tertentu dan mendegradasi atau menstabilisasinya bmenjadi bentuk yang lebih sederhana (Setiawan et al., 2021).

Tujuan

Artikel ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengkaji berbagai literatur ilmiah yang membahas pengelolaan limbah cair farmasi dengan metode aerob dan anerob pada penurunan kadar COD.

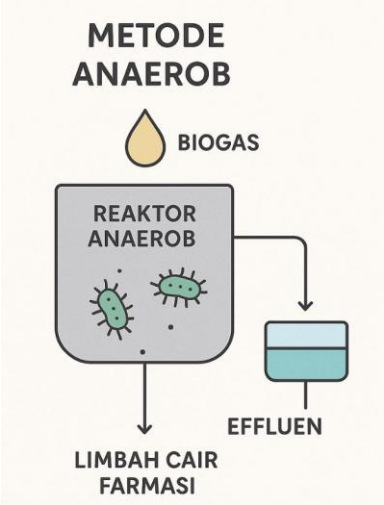
Metode

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif dengan menggunakan metode studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan, menganalisis, dan mengkaji sumber-sumber ilmiah yang relevan dengan topik penanganan limbah cair farmasi. Pencarian studi literatur dengan mencari artikel atau jurnal yang dipublikasikan secara online melalui situs situs seperti google scholar dengan memasukkan kata kunci berupa “pengelolaan limbah cair farmasi” atau “pengelolaan limbah cair dengan metode aerob-anaerob dalam menurunkan kadar cod”. Referensi artikel yang digunakan dengan jangka waktu dari tahun 2012-2025.

Hasil dan Pembahasan

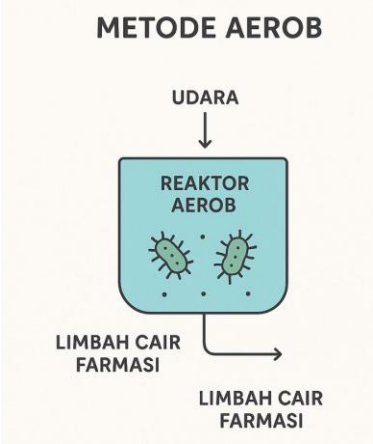
Pengolahan limbah cair farmasi dapat dilakukan secara biologis melalui dua pendekatan utama, yaitu metode aerob dan metode anaerob. Kedua metode ini memiliki prinsip kerja

berbeda dan keunggulan masing-masing dalam menurunkan kadar Chemical Oxygen Demand (COD), yang merupakan indikator utama pencemaran organik dalam air limbah.



Gambar 1. Metode Anaerob

Metode anaerob yang diteliti oleh Nurita Ika Milasari dkk. menggunakan lumpur aktif dari pupuk kandang dalam reaktor bersekat berkapasitas 60 liter dengan waktu tinggal 6 jam. Variabel yang diuji adalah konsentrasi Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS) sebesar 3000, 4000, dan 5000 mg/L, serta beban fenol sebesar 0, 3, 6, 9, dan 12 mg/L. Hasilnya menunjukkan bahwa efisiensi penurunan COD berkisar antara 21,84–55%. Efisiensi tertinggi dicapai pada MLSS 5000 mg/L dengan beban fenol 6 mg/L. Penambahan mikronutrien Cu (50 µg/L) meningkatkan penurunan COD hingga 55,07%, namun menurunkan efisiensi penurunan fenol dari 99,93% menjadi 28,03%, karena efek toksik Cu terhadap mikroorganisme pengurai fenol.



Gambar 2. Metode aerob

Metode aerob yang diteliti oleh Latifa Alisa Dianti dkk. menggunakan biofilter dengan media bioball jenis rambutan dalam tiga variasi waktu tinggal: 6 jam, 7 jam, dan 8 jam. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan desain pre-post with control dan 42 sampel diuji. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin panjang waktu tinggal, semakin tinggi penurunan COD, dengan efisiensi rata-rata sebesar 23,04% (6 jam), 29,99% (7 jam), dan 42,82% (8 jam). Proses biofiltrasi pada media bioball memungkinkan terbentuknya biofilm yang efektif dalam mendegradasi senyawa organik, ditambah dengan aerasi yang menjaga kadar oksigen terlarut.

Secara umum, metode anaerob menunjukkan potensi yang sangat baik untuk limbah dengan kadar COD dan fenol tinggi, namun memerlukan pengendalian terhadap toksisitas senyawa. Metode aerob lebih stabil untuk kadar COD sedang dan sistemnya lebih mudah dikontrol. Kombinasi kedua metode sangat direkomendasikan sebagai pendekatan terpadu dalam pengolahan limbah cair farmasi.

Kesimpulan

Metode biologis anaerob dan aerob sama-sama efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair farmasi, namun dengan karakteristik yang berbeda. Proses anaerob mampu menurunkan COD hingga 55% dan fenol hingga 99,87% pada kondisi optimum, tetapi sensitif terhadap senyawa toksik seperti fenol tinggi dan logam berat seperti Cu. Sementara itu, proses aerob menunjukkan efisiensi penurunan COD hingga 42,82% dengan waktu tinggal 8 jam, dan lebih stabil dalam menghadapi variasi lingkungan. Kombinasi kedua metode berpotensi besar sebagai strategi terpadu dalam sistem pengolahan limbah cair farmasi, terutama dalam skala industri.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam proses penulisan artikel ini. Penghargaan khusus ditujukan kepada para reviewer atas saran, masukan, dan kritik konstruktif yang telah memperkaya isi dan kualitas artikel ini. Kami juga berterima kasih kepada rekan-rekan sejawat di lingkungan akademik Universitas Muhammadiyah Banjarmasin atas diskusi dan referensi yang sangat membantu selama penyusunan naskah.

Daftar Pustaka

1. Dianti, L. A., Rony, T., & Ruhmawati, T. (2019). Perbedaan Waktu Tinggal Biofilter Secara Aerob dalam Penurunan Kadar COD Limbah Cair Farmasi. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, *11*(2), 142–146.
2. Firmansyah, A., Setiawan, H., & Ariyanto, H. (2021). Studi Kasus Implementasi Evidence-Based Nursing: Water Tepid Sponge Bath Untuk Menurunkan Demam Pasien Tifoid. *Viva Medika: Jurnal Kesehatan, Kebidanan Dan Keperawatan*, *14*(2), 174–181.
3. Milasari, N. I., Ariyani, S. B., & Sumantri, I. (2010). *Pengolahan Limbah Cair Kadar Cod Dan Fenol Tinggi Dengan Proses Anaerob Dan Pengaruh Mikronutrient Cu : Kasus Limbah Industri Jamu Tradisional*. https://core.ac.uk/download/pdf/11735195.pdf
4. Setiawan, H., Ariyanto, H., Firdaus, F. A., & Khaerunnisa, R. N. (2021). Pendidikan kesehatan pencegahan skabies di pondok pesantren al-arifin. *Martabe*, *4*(1), 110–117.
5. Theofanidis, D. (2007). Chronic illness in childhood: psychosocial adaptation and nursing support for the child and family. *Health Science Journal*, *1*(2), 1–9. http://www.hsj.gr/index.files/VOLUME1_2.htm