J- Sipil. Vol 3 No 1. 31 Agustus 2026 Halaman 22 - 28

J-Sipil : Jurnal Teknologi Dan Ilmiah Teknik Sipil Dan Sains

ISSN : 3089 – 7947

http://j-sipil.unigres.ac.id

Pengolahan Air Limbah Industri Pabrik Gula Untuk Mencegah Terjadinya Pencemaran di Sungai

Rakha Ibnu Zaki[1], Hasti Suprihatin[2], Bana Ervadius[3]

[1.2] Program Studi Teknik Sipil,Fakultas Teknik,Universitas Gresik

Email: rakhaibnuzaki61@gmail.com,[2]hasti.suprihatin007@gmail.com,[3]bana.ervadius2023@gmail.com

Abstract

Wastewater management in sugar factories is an important part of water pollution cantrol because sugar production activities generate liquid waste from raw material washing, processing, cooling, and equipment cleaning. This wastewater may increase organic matter and suspended solids in receiving water bodies when it is discharged without adequate treatment. This article aims to examine the management of sugar factory industrial wastewater as an effort to prevent pollution in water bodies or rivers. The method used is descriptive qualitative research through a literature review approach with content analysis of relevant sources. The results show that pollution prevention needs to be carried out through identification of wastewater source, control of pollutant parameters such as BOD, COD, TSS, and pH, as well as the application of wastewater treatment plants, aeration ponds, adsorption, water quality monitoring, and continuous supervision of wastewater management.

Keywords: *Wastewater, Sugar Industry, Wastewater Treat Plant, River Pollution, Environmental Management*

Pendahuluan

Pembangunan industri dan industrialisasi merupakan proses yang berfungsi meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat. Proses industrialisasi tidak dapat dilepaskan dari pemanfaatan sumber daya alam dan peningkatan kualitas sumber daya manusia. Perkembangan industri yang kian pesat turut meningkatkan tantangan terhadap kelestarian lingkungan, sehingga diperlukan perhatian dan peran aktif dari pemerintah, pihak industri, dan masyarakat. [1] menjelaskan bahwa perkembangan industri dapat menimbulkan persoalan lingkungan apabila pengelolaan limbah tidak berjalan baik. Oleh karena itu, pembangunan industri perlu diimbangi dengan pengendalian pencemaran agar pertumbuhan ekonomi tidak menurunkan kualitas lingkungan.

Ketersediaan air menjadi salah satu isu penting dalam pengelolaan lingkungan. [2] menjelaskan bahwa potensi air per kapita di Indonesia mengalami tekanan, terutama di Pulau Jawa, sehingga pengendalian pencemaran air perlu dilakukan secara serius. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sungai dan sumber air tidak hanya perlu dimanfaatkan, tetapi juga harus dijaga kualitasnya. Jika limbah industri dibuang tanpa pengolahan yang tepat, beban pencemar akan semakin memperberat kondisi sumber daya air yang sudah terbatas.

Limbah cair yang dihasilkan oleh aktivitas pabrik gula dapat memengaruhi kualitas badan air dan air sumur di sekitar pabrik. [3]menunjukkan bahwa kualitas badan air dan air sumur di sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru perlu dianalisis karena terdapat parameter yang tidak memenuhi baku mutu. Salah satu metode pengolahan limbah cair yang dapat digunakan adalah adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat pencemar oleh adsorben pada permukaannya. [4] menjelaskan bahwa adsorpsi dengan campuran kotoran sapi dan ampas tebu dapat menjadi alternatif pengolahan limbah cair pabrik gula karena mampu menurunkan beberapa parameter pencemar.

Penelitian [5]menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair pabrik gula menggunakan kolam aerasi dengan penambahan INOLA-121 mampu menurunkan kadar BOD dengan efisiensi tinggi. Penelitian [6] juga menunjukkan bahwa pencemaran limbah industri dapat menyebabkan kadar BOD, COD, fosfor, dan pH sungai menjadi tinggi sehingga mengganggu biota serta lingkungan sekitar sungai. Penelitian [7] menemukan bahwa pengawasan terhadap pembuangan limbah cair di PG Djombang Baru

masih menghadapi berbagai kendala, terutama aspek perizinan, penindakan, dan ketersediaan sumber daya pengawasan. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan air limbah pabrik gula perlu dilakukan melalui kombinasi teknologi pengolahan dan pengawasan lingkungan.

Penelitian [8] menunjukkan bahwa Pabrik Gula Madukismo berperan dalam pencegahan pencemaran dengan memenuhi baku mutu lingkungan dan mengelola limbah padat, cair, serta gas. Penelitian [9]menunjukkan bahwa IPAL PG Pesantren Baru Kediri telah menghasilkan air limbah olahan yang sesuai dengan ketentuan baku mutu, baik berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur maupun Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Dalam penelitian tersebut, parameter yang dikaji meliputi pH, BOD, COD, dan TSS, dengan penurunan paling efektif terdapat pada parameter TSS. Hal ini membuktikan bahwa keberadaan IPAL dan pemantauan parameter kualitas air menjadi bagian penting dalam pencegahan pencemaran sungai.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, pengelolaan air limbah industri pabrik gula tidak dapat dipahami hanya sebagai proses teknis di dalam instalasi pengolahan. Pengelolaan limbah perlu mencakup identifikasi sumber limbah, pengendalian parameter pencemar, pemilihan teknologi pengolahan, pengawasan pembuangan, serta kepatuhan terhadap baku mutu lingkungan. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak membahas efektivitas IPAL, kolam aerasi, adsorpsi, dan pengawasan limbah cair pabrik gula secara terpisah. Oleh karena itu, artikel ini membahas pengelolaan air limbah industri pabrik gula secara lebih menyeluruh sebagai upaya mencegah terjadinya pencemaran di perairan atau sungai.

Metode

Artikel ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi literatur. Pendekatan ini dipilih karena pembahasan mengenai pengelolaan air limbah industri pabrik gula membutuhkan telaah dari berbagai sumber ilmiah yang membahas karakteristik limbah, parameter pencemar, teknologi pengolahan, pengawasan lingkungan, serta dampaknya terhadap kualitas perairan. Data yang digunakan dalam artikel ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari jurnal ilmiah, skripsi, buku, dan publikasi terdahulu yang relevan dengan topik pengelolaan limbah cair industri gula.

Teknik analisis yang digunakan adalah analisis isi, yaitu dengan membaca, mengelompokkan, dan menafsirkan isi literatur berdasarkan kesesuaian dengan fokus kajian. Tahapan analisis dilakukan melalui penentuan tema utama, seleksi literatur yang relevan, penyusunan tabel objek studi, pengelompokan unit amatan, serta penarikan simpulan dari hasil sintesis. Unit amatan dalam kajian ini disusun berdasarkan 10 sumber yang tercantum dalam daftar pustaka, meliputi pencemaran air, jenis limbah industri pabrik gula, peran pemerintah, teknologi aerasi, kualitas badan air dan air sumur, pengelolaan limbah oleh pabrik, efektivitas IPAL, pemanfaatan adsorben, pengawasan pembuangan limbah, serta dampak pencemaran terhadap sungai.

Literatur yang digunakan dalam kajian ini dipilih karena memiliki keterkaitan langsung dengan isu pencemaran air, limbah cair pabrik gula, teknologi pengolahan limbah, serta pengawasan lingkungan. Dalam artikel ini digunakan 10 sumber sesuai dengan daftar pustaka tanpa mengubah sumber rujukan awal. Objek studi literatur yang dianalisis dalam artikel ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pustaka dalam Kajian

No	Penulis	Tujuan
1	[2]	Menjelaskan kondisi pencemaran air dan strategi pengendalian pencemaran perairan.

No	Penulis	Tujuan
2	[10]	Memberikan gambaran mengenai jenis limbah yang dapat dihasilkan dari aktivitas industri, termasuk limbah padat dan cair.
3	[1]	Membahas peran pemerintah dalam pengendalian limbah industri pabrik gula.
4	[5]	Mengkaji efektivitas kolam aerasi dengan penambahan INOLA-121 dalam menurunkan BOD.
5	[3]	Menganalisis kondisi kualitas badan air dan air sumur di sekitar aktivitas pabrik gula.
6	[8]	Membahas peran pabrik dalam pengelolaan limbah padat, cair, dan gas sebelum dibuang ke lingkungan.
7	[9]	Menguji efektivitas IPAL dalam menurunkan pH, BOD, COD, dan TSS hingga memenuhi baku mutu.
8	[4]	Membahas penggunaan adsorben sebagai alternatif pengolahan limbah cair pabrik gula.
9	[7]	Meninjau pengawasan, izin pembuangan limbah, dan efektivitas.
10	[6]	Menganalisis dampak pencemaran industri terhadap parameter kualitas air sungai.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan literatur yang telah dikaji, pengelolaan air limbah industri pabrik gula tidak hanya berhubungan dengan proses pengolahan secara teknis, tetapi juga berkaitan dengan pengawasan, kepatuhan terhadap baku mutu, dan pencegahan dampak terhadap masyarakat. Pabrik gula menghasilkan limbah dari kegiatan produksi yang dapat berupa limbah cair, limbah padat, maupun limbah gas, sehingga pengelolaan perlu dilakukan sejak sumber limbah terbentuk sampai limbah tersebut aman untuk dibuang ke lingkungan [7, 8, 10].

Ringkasan 10 unit amatan hasil kajian sesuai sumber pada daftar pustaka disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Unit Amatan Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang pada Paving Block

No	Nama Pengarang	Jurnal	Tujuan
1	Arie Herlambang	JAL Vol. 2 No. 1,	• Pencemaran air • Strategi pengendalian pencemaran perairan.
2	Rosa Kemala	Buku Jelajah Ilmu Pengetahuan Alam	• Limbah industri
3	Ima Maghfiro, M. Saleh Soeaidy, M. Rozikin	Jurnal Administrasi Publik, Vol. 1 No. 3	• Limbah industri.
4	Lily Oktavia, Nieke Karnaningroem	Jurnal Purifikasi, Vol. 13 No. 1	• Kolam aerasi
5	Susanti Oktavia Ningrum	Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol. 10 No. 1	• Kualitas badan air • Kualitas air sumur
6	Agustinus Gusti Agung Perdana	Forum Geografi, Vol. 5 No. 2	• Pengelolaan limbah industri
7	Benny Edo Prasetio, Ana Komari, Lolyka Dewi I	Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Industri Universitas Kediri, Vol. 2 No. 2	• Efektivitas IPAL untuk memenuhi baku mutu.
8	Surahman Latif Sahendra, Ridha Aulia Hamsyah, Khalimatus Sa'diyah	CHEESA, Vol. 4 No. 1	• Penggunaan adsorben dalam pengolahan limbah industri
9	Ade Prasetyo Aston, Hananto Widodo	Novum: Jurnal Hukum, Vol. 8 No. 2	• Evaluasi pengawasan, izin pembuangan limbah, dan efektivitas.

No	Nama Pengarang	Jurnal	Tujuan
10	Sri Septi Dyah Pratiwi	Journal of Research and Education Chemistry, Vol. 3 No. 2	• Analisis dampak pencemaran industri kualitas air sungai.

Sumber: Data yang diolah peneliti

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa yang selalu menjadi amatan di setiap artikel adalah ; Pencemaran Sungai, Limbah Industri, Pengelolaan Limbah Industri, Pengolahan Limbah Industri, AMDAL Limbah industri.

A. Pencemaran Sungai

Pencemaran air akibat limbah cair industri pabrik gula menjadi sangat penting karena limbah tersebut mengandung beban bahan organik yang sangat tinggi—seperti sisa nira, gula, dan ampas—yang dapat menurunkan kadar oksigen air secara drastis, merusak ekosistem perairan, serta mengancam ketersediaan air bersih bagi warga sekitar.

Dampak utama dari pencemaran air oleh industri gula meliputi:

- **Lonjakan Parameter BOD dan COD**: Air limbah pabrik gula memiliki nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang sangat tinggi. Mikroorganisme di dalam air akan menghabiskan oksigen terlarut untuk menguraikan beban organik tersebut sehingga memicu kondisi anoksik (kekurangan oksigen).
- **Kematian Biota Air**: Penurunan drastis oksigen terlarut bersamaan dengan peningkatan kekeruhan atau *Total Suspended Solids* (TSS) menyebabkan ikan dan organisme akuatik lain mengalami kekurangan oksigen hingga mati.
- **Penurunan Kualitas Sumur Warga**: Rembesan limbah cair dapat mencemari sumber air tanah dangkal dan sumur bor penduduk, mengakibatkan air berubah menjadi keruh, berminyak, berbau tidak sedap, serta tidak layak konsumsi.
- **Gangguan Kesehatan dan Lingkungan**: Proses pembusukan anaerobik dari limbah organik ini sering kali menghasilkan gas hidrogen sulfide (H_2S) yang menimbulkan bau busuk menyengat dan memicu iritasi kulit bagi warga yang berkontak langsung dengan air tercemar.

B. Limbah Industri

Limbah cair, padat, dan gas dalam jumlah besar dengan kandungan bahan organik tinggi. Jika dibuang tanpa pengolahan yang benar, limbah ini dapat menurunkan kadar oksigen air, mencemari sungai serta sumur warga, dan memicu bau menyengat.

Karakteristik Limbah Pabrik Gula

Limbah Pabrik Gula adalah termasuk limbah industri yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- **Limbah Cair**: Berasal dari ceceran nira, air cucian proses pemurnian, dan kondensat yang memiliki tingkat kebutuhan oksigen biokimia dan kimia (**BOD** dan **COD**) yang sangat tinggi.
- **Limbah Padat**: Terdiri atas ampas tebu (bagasse), abu ketel, dan blotong (endapan nira kotor) yang dapat menimbulkan bau busuk jika menumpuk.
- **Limbah Gas dan Udara**: Berupa debu, partikulat abu terbang, dan gas dari cerobong pembakaran ketel uap

C. **Pengelolaan Limbah industri**

Pengelolaan limbah pabrik gula sangat penting karena proses produksi menghasilkan limbah cair dan padat dalam jumlah besar dengan kandungan bahan organik tinggi yang dapat menurunkan oksigen air sungai, memicu bau busuk, serta mencemari lingkungan jika dibuang tanpa pengolahan standar. Sejumlah pabrik bahkan menerapkan sistem manajemen lingkungan seperti standar ISO 14001 untuk memastikan keamanan ekosistem.

Pengelolaan Limbah Pabrik Gula sangat penting karena :

- Mencegah Pencemaran: Air limbah pabrik gula memiliki kadar beban organik tinggi yang dapat menyebabkan berkurangnya oksigen di sungai dan dapat mematikan ikan.
- Untuk mematuhi Aturan: Pengelolaan yang benar memastikan pabrik memenuhi standar baku mutu lingkungan hidup nasional dan internasional (seperti ISO 14001).
- Nilai Ekonomi Tambahan: Mengubah limbah sisa gilingan menjadi produk yang berguna atau sumber energi alternatif.

D. Pengolahan Limbah Industri

Pengelolaan air limbah pabrik gula perlu dipahami sebagai proses yang menyeluruh dan didukung oleh 10 sumber kajian. Proses tersebut dimulai dari pengenalan jenis limbah, pengendalian parameter pencemar, penerapan teknologi pengolahan seperti IPAL, aerasi, dan adsorpsi, hingga pengawasan sebelum limbah dibuang ke badan air . Dengan demikian, pencegahan pencemaran sungai tidak dapat hanya dilakukan pada tahap akhir pembuangan, tetapi harus menjadi bagian dari sistem pengelolaan lingkungan pabrik secara terpadu.

Cara Pengelolahan Limbah Industri Pabrik Gula

- **Pengolahan Limbah Cair**: Air sisa proses produksi dialirkan ke IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) menggunakan sistem biologis (seperti kolam oksidasi atau anaerobik) untuk menurunkan kadar zat organik sebelum aman dibuang ke badan air.
- **Pemanfaatan Ampas Tebu (Bagasse)**: Ampas sisa gilingan tebu tidak dibuang, tetapi dipakai kembali sebagai bahan bakar ketel uap (boiler) di pabrik atau bahan baku kertas.
- **Pengolahan Padatan**: Padatan sisa penyaringan nira (blotong) diolah kembali menjadi pupuk kompos organik yang bermanfaat bagi kesuburan lahan pertanian tebu.
- **Pemanfaatan Tetes Tebu (Molase):** Sisa cairan kental (molase) diproses lebih lanjut untuk industri pakan ternak, alkohol, atau sebagai bahan dalam pembuatan Bioenzym.

E. AMDAL Limbah Industri Pabrik Gula

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) limbah cair pabrik gula sangatlah penting dalam pengelolaannya karena limbah tersebut mengandung beban bahan organik sangat tinggi (seperti gula dan pati) yang dapat menurunkan kadar oksigen air, mematikan biota akuatik, dan mencemari sumber air warga jika dibuang tanpa kendali. Dokumen ini memastikan industri mematuhi aturan baku mutu lingkungan.

AMDAL Limbah Cair Pabrik Gula sangatlah diperlukan karena :

- Mencegah pencemaran air sungai dan sumur warga dari limbah organik.
- Menjaga keseimbangan ekosistem dan kesehatan lingkungan sekitar pabrik.
- Menjamin kepatuhan hukum terhadap regulasi pemerintah sebelum pabrik beroperasi.
- Menilai risiko dini dan merancang mitigasi atas limbah dari ceceran nira atau air cucian pabrik

Kesimpulan

1. Agar limbah pabrik gula tidak mencemari sungai maka pada unit amatan harus diterapkan di lapangan.
2. Faktor-faktor yang harus diperhatikan pada limbah industri pabrik gula agar tidak mencemari sungai adalah : Pengelolaan Limbah Industri, Pengolahan Limbah Industri, AMDAL Limbah industri.

Referensi

[1] M. Ima, "Analisis Peran Pemerintah Dalam Mengatasi Limbah Industri Pabrik Gula Tjoekir (Studi Pada Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Jombang)," *Jurnal Administrasi Publik Mahasiswa Universitas Brawijaya*, vol. 1, no. 3, pp. 94–102, 2013 2013.

[2] A. Herlambang, "Pencemaran Air dan Strategi Penggulangannya," 2018, vol. 2, no. 1.

[3] S. O. Ningrum, "Analisis Kualitas Badan Air dan Kualitas Air Sumur di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun," *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2018.

[4] S. Surahman Latif, H. Ridha Aulia, and S. d. Khalimatus, "Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula Menggunakan Adsorben dari Kotoran Sapi dan Ampas Tebu," *Chemical Engineering Research Articles*, vol. 4, no. 1, pp. 31–38, 2021 2021.

[5] L. Oktavia and N. Karnaningroem, "Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula Menggunakan Kolam Aerasi dengan Penambahan Inola-121 " *Jurnal Purifikasi*, vol. 13, no. 1, pp. 9–16, 2012.

[6] S. S. D. Pratiwi, "Analisis Dampak Sumber Air Sungai Akibat Pencemaran Pabrik Gula dan Pabrik Pembuatan Sosis," *ournal of Research and Education Chemistry*, vol. 3, no. 2, pp. 122–142, 2021.

[7] A. P. Aston and H. Widodo, "Efektivitas Pelaksanaan Pengawasan Pengelolaan Pembuangan Limbah Cair Pabrik Gula Djombang Baru Kabupaten Jombang," *Novum: Jurnal Hukum*, vol. 8, no. 02, pp. 1–10, 2021.

[8] A. G. A. Perdana, "Peran Pabrik Gula Madukismo dalam Pencegahan Pencemaran Akibat Limbah Pabrik di Kabupaten Bantul," *Jurnal Hukum*, pp. 1–12, 2019.

[9] B. E. Prasetyo, A. Komari, and L. D. Indrasari, "Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Gula PG. Pesantren Baru di Kediri Jawa Timur," (in en), *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri)*, vol. 2, no. 2, pp. 64–74, 2020.

[10] R. Kemala, *Jelajah Ilmu Pengetahuan Alam*. Yudhistira, 2006.