

Wastewater Treatment Using a Pond System in the Rubber Processing Industry at PT. XYZ

Pengolahan Limbah Cair Sistem Kolam di Industri Pengolahan Karet PT. XYZ

Delvina Oktaria^{1*}, Hardoyo², Natalina³

¹²³Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Malahayati Bandar Lampung, Indonesia

*e-Mail Corresponding Author: delvinaoktaria13@gmail.com

ABSTRACT

Internationally and nationally, natural rubber (Hevea sp.) is one of the important agricultural commodities. PT. XYZ is a natural rubber processing industry that produces SIR 20 (Standard Indonesia Rubber) with a processing capacity of up to 40 tons of KK per day. In its production activities, this company produces liquid waste as a by-product that has the potential to damage the environment. The purpose of this study is to examine the liquid waste processing at PT. XYZ and to assess the content of the waste, so that it can be disposed of safely without having a negative impact on the environment in accordance with laws and regulations. This research method is descriptive qualitative to describe the liquid waste processing system and process and descriptive quantitative to compare the results of wastewater quality tests with quality standards. The results of observations of rubber liquid waste processing in this company use a pond system, a total of 10 ponds, namely 2 rubber trap ponds, 3 anaerobic ponds, 2 facultative ponds, and 3 aerobic ponds. Liquid waste produced from the rubber production process flows in each pond by utilizing gravity. The results of wastewater quality testing conducted by internal and external parties indicate that the parameters of pH, BOD, COD, TSS, Ammonia, and N-Total have met the quality standards as stated in Appendix IV of the Minister of Environment and Forestry Regulation No. 5 of 2014 concerning Wastewater Quality Standards for Rubber Industry Activities. Thus, the liquid waste is declared safe to be discharged into the environment.

Keywords: Rubber Industry, Wastewater Treatment Plant, Wastewater, Wastewater Treatment, Pond System

ABSTRAK

Secara internasional maupun nasional, karet alam (*Hevea sp.*) merupakan salah satu komoditas pertanian yang bernilai penting. PT. XYZ merupakan industri pengolahan karet alam yang memproduksi SIR 20 (Standar Indonesia Rubber) dengan kapasitas pengolahan mencapai 40 ton KK per hari. Dalam kegiatan produksinya, perusahaan ini menghasilkan limbah cair sebagai hasil sampingan yang berpotensi merusak lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengolahan limbah cair di PT. XYZ serta menilai kandungan limbah tersebut, sehingga dapat dibuang dengan aman tanpa memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Metode penelitian ini adalah deskriptif kualitatif untuk mendeskripsikan sistem

Delvina Oktaria dkk
Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Malahayati
Bandar Lampung, Indonesia
E-mail: delvinaoktaria13@gmail.com

Article History

Submitted: 23 Jan 2026

In Reviewed: 23 Jan 2026

Accepted: 03 Feb 2026

Published: 25 Feb 2026



dan proses pengolahan limbah cair dan deskriptif kuantitatif untuk membandingkan hasil uji kualitas air limbah dengan baku mutu. Hasil pengamatan pengolahan limbah cair karet di perusahaan ini menggunakan sistem kolam, jumlah total terdapat 10 kolam, yaitu 2 kolam *rubber trap*, 3 kolam anaerob, 2 kolam fakultatif, dan 3 kolam aerob. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi karet mengalir pada tiap kolam dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Hasil pengujian kualitas air limbah yang dilakukan oleh pihak internal dan eksternal menunjukkan bahwa parameter pH, BOD, COD, TSS, Amonia, dan N-Total telah memenuhi baku mutu sebagaimana tercantum dalam Lampiran IV Permen LKH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Industri Karet. Dengan demikian, limbah cair tersebut dinyatakan aman untuk dibuang ke lingkungan.

Kata kunci: *Industri Karet, IPAL, Limbah Cair, Pengolahan Limbah Cair, Sistem Kolam*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di era modern telah mendorong perkembangan di berbagai sektor, terutama di bidang industri yang mengolah bahan baku atau barang setengah jadi menjadi produk bernilai ekonomi. Aktivitas industri juga menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Saleh dkk., 2025). Namun pertumbuhan sektor industri sering kali tidak disertai dengan pengelolaan dampak negatif yang ditimbulkan, yaitu limbah. Limbah industri dapat terdiri atas cairan, padatan, dan gas yang dapat mencemari lingkungan, termasuk badan air, tanah, dan udara (Haifa dkk., 2024). Oleh karena itu, setiap industri diwajibkan untuk memiliki unit pengolahan limbah dan melaksanakan pengawasan secara berkala melalui pemeriksaan laboratorium sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.

Karet alam (*Hevea sp.*) merupakan salah satu komoditas pertanian yang sangat penting baik di tingkat internasional maupun nasional. Di Indonesia, karet alam menjadi komoditas unggulan yang berkontribusi terhadap perekonomian nasional. Karet alam banyak dibudidayakan dan diolah menjadi produk seperti ban, sol sepatu, sarung tangan, dan lain-lain (Harahap & Segoro, 2018). Dalam proses pengolahannya, industri pengolahan karet menghasilkan produk sampingan berupa limbah cair. Sumber limbah cair ini berasal dari proses pencucian, pemecahan, penggilingan, dan pengeringan (Julita dkk., 2022).

Limbah cair adalah produk sampingan yang menjadi salah satu sumber utama pencemar pada air (Romadhina dkk., 2020). Limbah cair dari industri pengolahan karet memiliki kandungan zat organik dengan konsentrasi tinggi, seperti karbon, nitrogen, fosfor, serta amonia. Senyawa-senyawa ini dapat mencemari lingkungan jika limbah cair dibuang tanpa melalui proses pengolahan (Julita dkk., 2022). Dampak yang ditimbulkan dapat berupa pencemaran air, penurunan kualitas perairan, membahayakan makhluk hidup, hingga merusak ekosistem (Dewi dkk., 2020).

Berbagai dampak negatif akibat pembuangan limbah cair dapat diminimalkan dengan adanya sistem pengolahan limbah yang memadai. Pengolahan limbah cair berfungsi untuk mengurangi kadar pencemar sebelum limbah cair dibuang ke lingkungan. PT. XYZ merupakan salah satu industri pengolahan karet yang memproduksi SIR (Standar Indonesia Rubber) sebanyak 40 ton KK per hari. Aktivitas produksi yang tinggi ini menyebabkan besarnya volume limbah cair yang jika tidak dikelola dapat membahayakan lingkungan sekitar. Untuk menanggulangi hal

tersebut. PT. XYZ telah melakukan pengolahan limbah cair sistem kolam (*pond system*). Namun, efektivitas sistem pengolahan limbah cair perlu dievaluasi kinerjanya untuk memastikan kualitas efluen yang dihasilkan aman sebelum dibuang ke badan air. Evaluasi kinerja instalasi pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan membandingkan parameter kualitas limbah cair seperti pH, BOD, COD, TSS, amonia, dan N-Total (Quraini dkk., 2022) terhadap baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji sistem pengolahan limbah cair di PT. XYZ serta menilai kualitas limbah cair hasil pengolahan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja pengolahan limbah cair yang digunakan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk mendeskripsikan sistem serta proses pengolahan limbah cair dan deskriptif kuantitatif untuk membandingkan hasil uji kualitas air limbah dengan baku mutu.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2025 di PT. XYZ, industri pengolahan karet alam yang menerapkan pengolahan limbah cair dengan sistem kolam (*pond system*).

2.3 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari observasi/pengamatan, wawancara, dan dokumentasi. Data sekunder diperoleh dari laporan hasil uji laboratorium kualitas limbah cair dari perusahaan, dokumen pengelolaan limbah, literatur dan peraturan perundang-undangan.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

2.4.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan mengamati alur proses produksi dan pengolahan limbah cair pada IPAL yang diterapkan di PT. XYZ.

2.4.2 Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data hasil uji laboratorium limbah cair yang telah dilakukan oleh perusahaan atau laboratorium yang bekerja sama dengan perusahaan.

2.4.3 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan menelaah artikel ilmiah, buku, dan peraturan perundang-undangan yang berkaitan.

2.5 Variabel dan Aspek yang Diamati

Variabel dan aspek yang diamati dalam penelitian ini berupa alur dan tahapan pengolahan limbah cair sistem kolam (*pond system*) pada IPAL PT. XYZ yang diperoleh dari observasi serta parameter kualitas air limbah meliputi pH, BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), amonia, dan N-Total yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium.

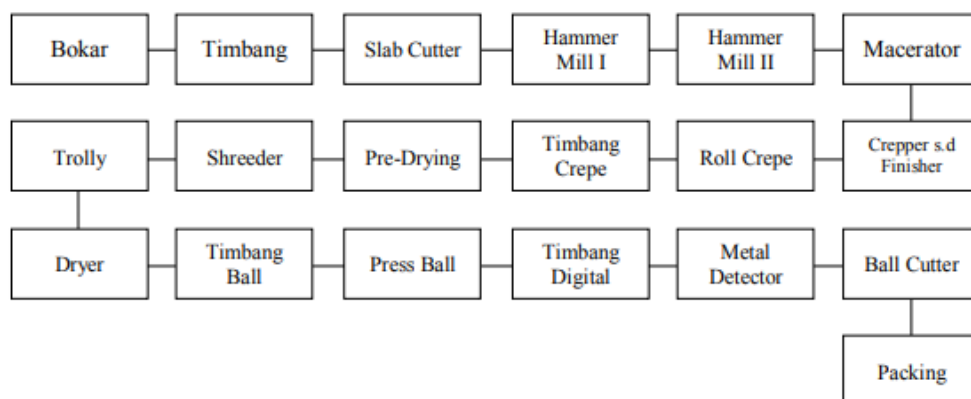
2.6 Metode Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif untuk mendeskripsikan sistem serta proses pengolahan limbah cair yang diterapkan di PT. XYZ dan analisis secara deskriptif kuantitatif untuk membandingkan data hasil uji kualitas air limbah meliputi parameter pH, BOD, COD, TSS, amonia, dan N-Total terhadap baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Hasil analisis digunakan untuk menilai kesesuaian kualitas efluen serta efektivitas sistem pengolahan limbah cair yang diterapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alur Proses Produksi di PT. XYZ

Proses produksi di pabrik pengolahan karet hingga menjadi produk karet siap jual dilakukan melalui serangkaian tahapan mulai dari penimbangan hingga pengemasan seperti yang ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur proses produksi di PT. XYZ

Proses produksi diawali dengan penimbangan bahan olahan karet rakyat (Bokar) untuk mengetahui berat awalnya. Kemudian bahan olahan karet dilakukan pemotongan menggunakan *Slab Cutter* untuk mendapatkan ukuran karet yang lebih kecil dan mudah diproses lebih lanjut. Potongan karet selanjutnya melalui penghancuran menjadi lebih halus pada proses *Hammer Mill I* dan *Hammer Mill II*. Hasil dari proses ini diteruskan ke mesin *Macerator* untuk memecah struktur karet agar lebih halus dan homogen.

Bahan karet yang lebih halus dan homogen selanjutnya masuk ke tahap *Crepper I* sampai dengan *Finisher* yaitu serangkaian mesin penggulung yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dan mengubah bentuk karet menjadi lembaran tipis (Prasetyo & Hidayat, 2024). Lembaran karet selanjutnya digulung pada *Roll Crepe* yang kemudian ditimbang pada Timbang *Crepe* dan memasuki tahap *Pre-drying* untuk menghilangkan kadar air selama 12 hari.

Lembaran karet yang telah melalui proses pengeringan awal selanjutnya dipotong menggunakan *Shreeder* menjadi ukuran yang lebih kecil dan dimasukkan ke dalam *Trolley* untuk dipindahkan ke proses berikutnya. Bahan karet selanjutnya melalui proses pengeringan lebih lanjut menggunakan *Dryer* hingga kadar air mencapai standar. Bahan karet kering selanjutnya ditimbang kembali di Timbang *Ball* dan dilakukan pemadatan membentuk bal pada mesin *Press Ball*. Bal karet ditimbang kembali menggunakan Timbang Digital untuk mendapatkan hasil yang akurat. Bal karet selanjutnya diperiksa menggunakan *Metal Detector* untuk memastikan bal karet terbebas dari logam asing sebelum dilakukan pemotongan di *Balle Cutter*. Tahap terakhir, bal karet yang telah sesuai standar dikemas dan siap untuk dipasarkan.

Alur produksi karet di PT. XYZ ini secara umum sejalan dengan proses produksi karet yang dilaporkan oleh Andriani dkk., (2019) yaitu pemotongan, penggilingan, pembentukan lembaran, penjemuran, pengeringan, hingga pengemasan. Perbedaan utama terletak pada tahap *pre-drying* yang dilaporkan dilakukan selama 15 hari, sedangkan pada PT. XYZ tahap *pre-drying* dilakukan dengan durasi yang berbeda. Perbedaan durasi ini berpotensi memengaruhi kadar air bahan karet sebelum pengeringan lanjutan, serta berdampak pada karakteristik limbah cair dan emisi gas yang dihasilkan, khususnya terkait bau dan kandungan amonia selama proses produksi.

3.2 Sumber dan Karakteristik Limbah Cair dari Industri Karet

Limbah cair pada industri pengolahan karet umumnya bersumber dari proses produksi diantaranya pemotongan karet, penghancuran karet pada *Hammer*, dan proses pengeringan/penjemuran (Andriani dkk., 2019). Air limbah industri karet mengandung BOD dan COD dengan kadar yang tinggi. Semakin tinggi kadar BOD dan COD pada air limbah, menandakan bahwa terdapat lapisan organik tebal yang mengakibatkan rendahnya kadar oksigen terlarut.

Selain itu, air limbah industri karet juga mengandung padatan tersuspensi (TSS) yang cukup tinggi. Kadar TSS yang tinggi ini bersumber dari proses pencucian karet saat proses produksi yang masih mengandung kotoran. Industri karet membutuhkan air dengan volume besar dan penggunaan bahan-bahan kimia dalam proses produksinya. Limbah cair industri karet mengandung komponen karet seperti protein, lipid, dan garam anorganik. Kandungan bahan-bahan ini yang menyebabkan tingginya kadar BOD, COD, dan TSS (Kasman & Rani, 2025). Amonia juga ditemukan dalam air limbah industri karet. Amonia umumnya digunakan sebagai pengawet lateks agar tidak menggumpal. Kadar tinggi amonia di industri karet bersumber dari uap amonia saat proses pengeringan. Uap amonia keluar melalui

cerobong dan akan disemprot air, mengakibatkan amonia larut dalam air sehingga ikut terbawa air hasil semprotan tersebut (Andriani dkk., 2019). Air limbah industri karet memiliki sifat yang asam sehingga memiliki pH yang cenderung rendah (Julita dkk., 2022).

3.3 Pengolahan Limbah Cair di PT. XYZ

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, pengolahan limbah cair di PT. XYZ menggunakan sistem kolam (*ponding system*). Pengolahan limbah cair dengan sistem kolam dilakukan dengan menyalurkan air limbah ke dalam kolam besar dan membiarkannya dalam jangka waktu tertentu. Selama proses tersebut, mikroorganisme berkembang secara alami dan berperan dalam mengurai polutan yang ada pada air limbah.

PT. XYZ memiliki 10 kolam pada IPAL yang terdiri atas 2 kolam *rubber trap*, 3 kolam anaerob, 2 kolam fakultatif, dan 3 kolam aerob. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi karet mengalir dari satu kolam menuju kolam yang lain menggunakan gaya gravitasi. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Syamsuddin & Rivai (2024) mengenai pengolahan limbah cair dengan *ponding system* di PTPN XIV Kabupaten Lawu Timur dengan 6 unit kolam IPAL yaitu 2 kolam anaerobik, 1 kolam fakultatif, 2 kolam aerob, dan 1 kolam sedimentasi. Namun terdapat perbedaan dengan ketersediaan kolam di PT. XYZ yaitu tidak terdapat kolam sedimentasi. Adapun alur pengolahan limbah sistem kolam yang ada di IPAL PT. XYZ diuraikan sebagai berikut.

3.3.1 Kolam *Rubber Trap* I dan II

Kolam *rubber trap* berfungsi sebagai penampung pertama pada limbah hasil produksi karet yang pertama kali dihasilkan. Pada kolam ini, bahaya limbah terhadap lingkungan dapat diminimalisir karena bermanfaat untuk mengurangi kandungan karet yang tinggi. Selain itu, pada kolam *rubber trap* dilakukan pemisahan antara padatan dan cairan limbah. Padatan limbah akan mengendap di dasar kolam yang kemudian akan digunakan sebagai bahan pembuatan kompos. Sedangkan cairan hasil pemisahan akan dialirkan menuju kolam pengolahan berikutnya.

3.3.2 Kolam Anaerob

Kolam anaerob digunakan sebagai pengolahan awal air limbah dengan bahan organik dan padatan tersuspensi yang tinggi. Kolam anaerob berfungsi untuk mendegradasi kandungan organik seperti BOD pada limbah cair (Syamsuddin & Rivai, 2024). Pada kolam ini, pengolahan limbah terjadi secara anaerob atau tanpa oksigen. Kolam anaerob didesain untuk beban BOD berkisar 100-400 g/m³/hari. Limbah cair pada kolam anaerob di PT. XYZ memiliki karakteristik zat pencemar yang masih tinggi ditandai dengan warna air limbah yang hitam pekat. Selain itu, kadar H₂S dan CH₄ masih tinggi ditandai dengan bau limbah yang menyengat. Pada kolam ini tidak terdapat ikan yang dapat hidup karena tidak ada oksigen terlarut yang cukup di dalamnya. Pengolahan limbah cair pada kolam anaerob memanfaatkan aktivitas alga serta bakteri anaerob yang berfungsi menguraikan senyawa organik

dalam air limbah (Heryadi dkk., 2024). Waktu detensi limbah cair pada unit ini adalah 1-2 hari. Pada kolam ini, sisa padatan yang tersuspensi akan mengalami sedimentasi di dasar kolam dan meninggalkan lumpur. Cairan jernih yang berada di lapisan atas padatan akan dialirkan ke kolam fakultatif.

PT. XYZ memiliki tiga kolam anaerob dengan karakteristik air limbah yang serupa yaitu warna limbah hitam pekat, bau menyengat, dan ketiadaan oksigen terlarut. Ketiga kolam tersebut memiliki ukuran yang berbeda, yaitu kolam anaerobik I berukuran $50 \times 30 \times 7$ meter, kolam anaerobik II berukuran $25 \times 40 \times 6$ meter, dan kolam anaerobik III berukuran $12 \times 25 \times 3$ meter. Kolam anaerobik memiliki peran penting dalam mengurangi beban pencemar pada air limbah sebelum dialirkan ke tahap pengolahan berikutnya. Pengolahan air limbah secara anaerob penting dilakukan karena pada tahap ini terjadi degradasi kandungan organik pada limbah secara biologis oleh mikroorganisme anaerob. Penguraian secara anaerob sangat bergantung pada mikroorganisme seperti bakteri dan kebutuhan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan nutrisi lain (Quraini dkk., 2022).

3.3.3 Kolam Fakultatif

Penampungan limbah di kolam fakultatif berfungsi untuk menurunkan kadar zat organik pada air limbah yang belum terurai dengan sempurna dari kolam sebelumnya. Kolam fakultatif terdiri atas 3 zona dengan kondisi yang berbeda, yaitu zona aerob yang tinggi oksigen, zona fakultatif pada lapisan tengah, zona anaerob pada bagian dasar kolam yang tidak mengandung oksigen. Kolam fakultatif dirancang untuk mengolah air limbah dengan kisaran beban BOD $40\text{--}60 \text{ g/m}^3$ dengan efektivitas pengolahan bergantung pada waktu detensi yang umumnya berkisar 20-40 hari.

Kolam fakultatif terdiri atas dua jenis yaitu kolam fakultatif primer dan sekunder. Pada pengolahan limbah industri karet, jenis kolam fakultatif yang digunakan adalah kolam fakultatif sekunder. Kolam fakultatif sekunder didesain untuk pengolahan air limbah sekunder yang menerima air limbah hasil degradasi pada kolam sebelumnya yaitu kolam anaerob. Proses pengolahan kolam fakultatif memanfaatkan pertumbuhan alga alami di permukaan kolam sebagai bagian dari proses degradasi limbah. Alga berperan untuk menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, yang kemudian oksigen dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik dalam limbah cair. Terjadi hubungan simbiotik antara mikroalga dan bakteri dalam proses pengolahan air limbah. Bakteri memanfaatkan oksigen terlarut (O_2) untuk menguraikan senyawa organik melalui proses oksidasi hingga menghasilkan senyawa yang lebih stabil, seperti NO_3^- , CO_2 , dan PO_4^{3-} . Selanjutnya, mikroalga menggunakan senyawa-senyawa tersebut sebagai bahan metabolisme dengan energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis, sehingga menghasilkan oksigen dan membantu menurunkan parameter pencemar air limbah (Jannah dkk., 2023).

PT. XYZ memiliki dua kolam fakultatif yaitu kolam fakultatif I dengan ukuran $29 \times 35 \times 3 \text{ m}$ dan kolam fakultatif II dengan ukuran $35 \times 20 \times 6 \text{ m}$. PT. XYZ menambahkan aerator sebanyak satu buah berupa kincir air pada kolam sebagai

pemasok oksigen terlarut tambahan untuk mendukung proses fotosintesis alga dan memenuhi kebutuhan oksigen mikroorganisme untuk membantu proses penguraian (Syamsuddin & Rivai, 2024). Selain itu, penggunaan aerator berfungsi untuk menurunkan konsentrasi amonia yang terdapat dalam air limbah.

3.3.4 Kolam Aerob

Kolam aerob merupakan unit pengolahan aerob yang memanfaatkan oksigen sebagai sumber energi untuk metabolisme mikroorganisme aerob yang berperan untuk mendegradasi zat organik pada limbah cair. Kolam ini dilengkapi dengan aerator yang berfungsi sebagai pemasok oksigen terlarut dalam proses pengolahan (Heryadi dkk., 2024). Aerasi ini mampu meningkatkan efisiensi degradasi zat organik dengan waktu tinggal yang relatif pendek yaitu berkisar 2-6 hari. Kondisi ini menyebabkan kolam aerob mampu mencapai efisiensi penyisihan BOD lebih dari 90%. Pengolahan limbah cair pada kolam aerobik berlangsung melalui penguraian zat organik oleh mikroorganisme aerob yang memproses bahan organik kompleks menjadi lebih sederhana (Heryadi dkk., 2024).

PT. XYZ memiliki tiga unit kolam aerob dengan ukuran berbeda, yaitu kolam aerob I berukuran $35 \times 44 \times 3$ m, kolam aerob II berukuran $21 \times 45 \times 3$ m, dan kolam aerob III berukuran $25 \times 45 \times 1,5$ m. Pada kolam aerob I dilengkapi dengan *diffuser* dengan 36 *disc* yang dioperasikan selama 24 jam untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut. Kolam aerob II digunakan sistem air mancur sebanyak 70 mata pancuran untuk membantu menambah oksigen, dan kolam aerob III dilengkapi satu buah kincir air berfungsi untuk membantu menguapkan asam organik sederhana yang mudah menguap serta menonaktifkan bakteri anaerob yang masih tersisa. Heryadi dkk., (2024) menjelaskan bahwa kolam aerob dapat digunakan untuk menghilangkan aroma tak sedap, menghilangkan zat organik, dan mengurangi mikroorganisme patogen.

3.4 Kualitas Limbah Cair di PT. XYZ

Setelah dilakukan pengolahan, limbah cair kemudian diukur kualitasnya melalui beberapa parameter kualitas limbah cair untuk mengetahui kesesuaian dengan baku mutu dan memastikan agar aman dibuang ke lingkungan. Pengukuran pH dilakukan oleh pihak internal perusahaan sedangkan pengukuran BOD, COD, TSS, amonia, dan N-Total dilakukan oleh pihak eksternal.

3.4.1 Hasil Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan oleh pihak internal perusahaan dan dilakukan secara rutin setiap hari. Data yang digunakan sebagai objek analisis dalam penelitian ini yaitu data pada bulan Desember 2024 hingga Februari 2025. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis, diperoleh hasil bahwa pH rata-rata limbah cair pada bulan tersebut relatif stabil yaitu pada bulan Desember 2024 sebesar 7.2, bulan Januari 2025 sebesar 7.5, dan Februari 2025 sebesar 7.3 yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengukuran pH pada limbah cair PT. XYZ

No	Bulan	Hasil Pengukuran pH	Baku Mutu (Permen LH No.5 Tahun 2014)
1	Desember 2024	7.2	6-9
2	Januari 2025	7.5	6-9
3	Februari 2025	7.3	6-9

Berdasarkan data pengukuran pH pada Tabel 1, diketahui bahwa pH limbah cair pada bulan Desember 2024 hingga Februari 2025 di PT. XYZ memenuhi baku mutu Permen LH No.5 Tahun 2014. Kestabilan nilai pH ini mengindikasikan bahwa proses pengolahan limbah cair di PT. XYZ telah berjalan dengan baik terutama dalam menjaga keseimbangan reaksi kimia dan biologis selama proses pengolahan. Pengukuran pH yang dilakukan secara rutin setiap hari turut berkontribusi dalam memastikan kondisi pH tetap terkendali. Nilai pH yang berada di rentang baku mutu ini sangat penting karena pH yang terlalu asam atau basa dapat mengganggu ekosistem, mengganggu kehidupan organisme perairan, dan menurunkan efektivitas proses pengolahan lanjutan (Ananta, 2025).

3.4.2 Hasil Pengukuran BOD dan COD

Pengukuran BOD dan COD dilakukan oleh pihak eksternal. Data yang dipilih untuk dianalisis pada penelitian ini yaitu data pada bulan Desember 2024 hingga Februari 2025. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis, diperoleh hasil bahwa BOD limbah cair setelah proses pengolahan (outlet) pada bulan Desember 2024 sebesar 11 mg/l, bulan Januari 2025 sebesar 58 mg/l, dan Februari 2025 sebesar 18 mg/l. Sedangkan kadar COD pada limbah cair PT. XYZ setelah dilakukan pengolahan periode Desember 2024 hingga Februari 2025 secara berturut-turut yaitu 25 mg/l, 174 mg/l, dan 63 mg/l (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil pengukuran BOD pada limbah cair PT. XYZ

No	Bulan	BOD	Baku Mutu BOD*	COD	Baku Mutu COD*
1	Desember 2024	11 mg/l	60 mg/l	25 mg/l	200 mg/l
2	Januari 2025	58 mg/l	60 mg/l	174 mg/l	200 mg/l
3	Februari 2025	18 mg/l	60 mg/l	63 mg/l	200 mg/l

*Permen LH No.5 Tahun 2014

Berdasarkan data pengukuran BOD dan COD pada Tabel 2, diketahui bahwa terdapat fluktuasi nilai BOD dan COD antarbulan dengan nilai tertinggi pada bulan Januari 2025. Berdasarkan observasi, kenaikan ini disebabkan karena terjadi peningkatan beban organik yang masuk ke IPAL akibat akumulasi limbah selama masa libur akhir tahun serta aktivitas produksi setelah jeda operasional. Kondisi serupa dilaporkan oleh Aprilia & Utama (2025), yang menyatakan bahwa penghentian sementara menyebabkan lonjakan nilai BOD dan COD karena terjadi pengendapan berlebih dan akumulasi senyawa organik sehingga menambah beban pencemaran pada tahap pengolahan berikutnya. Selain itu, kadar yang tinggi ini

disebabkan karena operasional pengolahan limbah pada awal tahun belum optimal sehingga limbah cair hasil pengolahan pada bulan Januari 2025 memiliki kadar BOD dan COD yang tinggi. Meskipun demikian, nilai BOD dan COD masih berada di bawah baku mutu sehingga menandakan bahwa pengolahan limbah cair di IPAL PT. XYZ mampu menurunkan kandungan bahan organik dengan cukup baik dan mampu menurunkan kandungan zat pencemar yang dapat teroksidasi secara kimia.

Nilai BOD dan COD periode pengamatan bulan Desember 2024 hingga Februari 2025 masih berada di bawah ambang batas sesuai Permen LH No.5 Tahun 2014. Hasil ini menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah cair di IPAL PT. XYZ berjalan dengan efektif. Nilai BOD dan COD pada bulan Desember 2024 dan Februari 2025 tergolong rendah menunjukkan kinerja pengolahan yang lebih optimal. Sedangkan nilai BOD dan COD pada bulan Januari 2025 mendekati baku mutu sehingga perlu mendapat perhatian agar nilai BOD tetap stabil.

3.4.3 Hasil Pengukuran TSS

Berdasarkan hasil pengukuran TSS pada periode bulan Desember 2024 hingga Februari 2025, diketahui kadar TSS sebesar 48 mg/l pada bulan Desember 2024, 96 mg/l pada bulan Januari 2025, dan 18 mg/l pada bulan Februari 2025 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran TSS pada limbah cair PT. XYZ

No	Bulan	Hasil Pengukuran TSS	Baku Mutu (Permen LH No.5 Tahun 2014)
1	Desember 2024	48 mg/l	100 mg/l
2	Januari 2025	96 mg/l	100 mg/l
3	Februari 2025	18 mg/l	100 mg/l

Berdasarkan data pengukuran TSS pada Tabel 3, diketahui bahwa kadar TSS tertinggi terdapat pada bulan Januari 2025. Berdasarkan observasi, kadar TSS yang tinggi ini diduga karena peningkatan volume dan kecepatan aliran limbah sehingga banyak material yang tersuspensi seperti lumpur, partikel organik, dan padatan halus terbawa ke dalam IPAL. Seiras dengan Sagita dkk., (2023) yang menyatakan bahwa arus menyebabkan sedimen yang mengendap akan terangkat ke kolom perairan karena terdapat turbulensi. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh peningkatan aktivitas produksi, menyebabkan padatan dari proses produksi mengalami peningkatan. Meskipun demikian, kadar TSS pada periode Desember 2024 hingga Februari 2025 diketahui masih berada di bawah ambang batas sesuai Permen LH No.5 Tahun 2014. Hal ini mengindikasikan bahwa pengolahan limbah di PT. XYZ efektif dan berkontribusi menjaga kadar TSS agar tetap memenuhi baku mutu. Namun, kadar TSS yang mendekati ambang batas pada bulan Januari 2025 perlu mendapat perhatian agar kadar TSS tetap stabil setiap bulannya.

3.4.4 Hasil Pengukuran Amonia dan N-Total

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis, diperoleh hasil bahwa amonia limbah cair setelah proses pengolahan (outlet) pada bulan Desember 2024 sebesar 0,4 mg/l, bulan Januari 2025 sebesar 4 mg/l, dan Februari 2025 sebesar 1 mg/l. Sedangkan kadar N-Total pada limbah cair PT. XYZ setelah dilakukan pengolahan periode Desember 204 hingga Februari 2025 secara berturut-turut yaitu 1 mg/l, 5 mg/l, dan 2 mg/l (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil pengukuran Amonia dan N-Total pada limbah cair PT. XYZ

No	Bulan	Amonia	Baku Mutu Amonia*	N-Total	Baku Mutu N-Total*
1	Desember 2024	0,4 mg/l	5 mg/l	1 mg/l	10 mg/l
2	Januari 2025	4 mg/l	5 mg/l	5 mg/l	10 mg/l
3	Februari 2025	1 mg/l	5 mg/l	2 mg/l	10 mg/l

*Permen LH No.5 Tahun 2014

Berdasarkan hasil pengukuran amonia dan N-Total pada Tabel 4 diketahui bahwa terdapat fluktuasi dengan konsentrasi amonia tertinggi pada bulan Januari 2025. Berdasarkan observasi, peningkatan ini disebabkan karena tingginya beban organik seperti protein, urea, dan nitrogen yang terdegradasi menjadi amonia selama proses pengolahan. Seiras dengan Aprilia & Utama (2025) yang menyatakan bahwa akumulasi bahan organik menyebabkan pengendapan berlebih dan berpotensi terjadinya pembusukan yang menghasilkan aroma menyengat seperti amonia. Beban nitrogen yang tinggi juga menyebabkan kadar N-Total meningkat. Selain itu, proses pengolahan di awal tahun belum efisien sehingga berdampak pada rendahnya efisiensi proses nitrifikasi sehingga amonia bulan Januari 2025 memiliki kadar yang lebih tinggi dibanding bulan lainnya. Kadar N-Total juga menunjukkan hasil yang serupa yaitu mengalami peningkatan di bulan Januari 2025. Berdasarkan observasi, kondisi ini disebabkan karena meningkatnya beban nitrogen dari proses produksi dan turunnya kinerja unit pengolahan awal sehingga nitrogen tidak terurai dengan baik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan limbah cair industri karet di IPAL PT. XYZ menggunakan sistem kolam (*ponding system*) terbukti mampu menurunkan beban pencemar secara efektif. Seluruh parameter kualitas limbah cair yang diuji, meliputi pH, BOD, COD, TSS, amonia, dan N-Total pada periode Desember 2024 hingga Februari 2025 telah memenuhi baku mutu sesuai Permen LH No. 5 Tahun 2014. Meskipun terjadi fluktuasi pada parameter BOD, COD, TSS, amonia, dan N-Total, terutama pada bulan Januari 2025 akibat peningkatan beban organik dan aktivitas produksi pasca libur akhir tahun, sistem pengolahan yang diterapkan tetap mampu menjaga kualitas limbah cair berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja IPAL PT. XYZ berjalan dengan baik, namun diperlukan pengelolaan dan pengawasan operasional yang berkelanjutan

untuk menjaga stabilitas kualitas limbah cair terutama pada periode dengan potensi peningkatan beban pencemar.

REFERENSI

- Ananta, Y. (2025). Dinamika Pertumbuhan Bakteri Pengurai pada Biofilter Air Limbah Domestik di Bawah Variasi pH dan Suhu. *Jurnal Greenation Pertanian dan Perkebunan*, 3(2), 63-73. <https://doi.org/10.38035/jgpp.v3i2>.
- Andriani, Y., Sari, I. R. J., Fatkhurrahman, J. A., & Hariastuti, N. (2019). Potensi Cemarkan Lingkungan di Industri Karet Alam Crumb Rubber. In *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)*. (pp. 445-451). <https://proceedings.ums.ac.id/snpbs/article/view/876>.
- Aprilia, B. A., & Utama, T. T. (2025). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik PT. B. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(5), 1196-1210. <https://doi.org/10.55123/insologi.v4i5.6482>.
- Dewi, D. S., Prasetyo, H. E., & Karnadeli, E. (2020). Pengolahan Air Limbah Industri Karet Remah (*Crumb Rubber*) Dengan Menggunakan Reagen Fenton. *Jurnal Redoks*, 5(1), 47-57. <https://doi.org/10.31851/redoks.v5i1.4120>.
- Haifa, A. H., Oktaviana, A. Y., & Kamal, U. (2024). Tantangan dan Solusi Pengelolaan Limbah Industri: Upaya Menuju Lingkungan Yang Bersih dan Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(23), 1133-1139. <http://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/9313>.
- Harahap, N. H. P., & Segoro, B. A. (2018). Analisis daya saing komoditas karet alam Indonesia ke pasar global. *TRANSBORDERS: International Relations Journal*, 1(2), 130-143. <https://doi.org/10.23969/transborders.v1i2.992>.
- Jannah, M., Elystia, S., & Sasmita, A. (2023). Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Teknologi *Rotary Algae Biofilm Reactor* (RABR) Menggunakan Simbiosis Alga Bakteri Dengan Variasi Kecepatan Putaran Disk. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(1), 59-70. <http://dx.doi.org/10.26760/rekalingkungan.v11i1.59-70>.
- Julita, W., Ambarwati, R., & Fatarina, E. (2022). Pengaruh Proses Aerasi terhadap Penurunan Kadar COD pada Limbah Cair Karet. *Journal of Chemical Engineering*, 3(1), 19-24. <https://jurnal.untagsmg.ac.id/index.php/chemtag/article/download/3031/1840>.
- Heryadi, E., Rauf, A., & Andini, S. C. (2024). Analisa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Manggar Kota Balikpapan. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 8(1), 47-58. <http://dx.doi.org/10.30872/jtlunmul.v8i1.12374>.
- Kasman, M., & Rani, D. P. (2025). Analisis Efektivitas Adsorben Campuran Crumb Rubber Sludge dengan Tatal Karet untuk Penyisihan Parameter Pencemar Air Limbah Industri Crumb Rubber. *SLUMP TeS: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 34-41. <https://doi.org/10.52072/slumptes.v3i2.1166>.
- Prasetyo, R. D. N., & Hidayat, K. (2024, October). Analisis Perawatan Mesin Penggilingan Karet *Thin Brown Crepe* (TBC) di PTPN XII Ngrangkah Sepawon. In *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*

- 5(1), 1381-1388. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v5i1.1210>.
- Romadhina, M. G., Sunarti, R. N., Fitrianti, M., Gasanova, N., & Salsabila, N. A. (2020). Analisa Fisik dan Kimia Pada Limbah Cair Domestik dan Industri Karet di Kota Palembang. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* 3(1). <https://www.academia.edu/download/93570900/132-245-1-SM.pdf>.
- Sagita, Y., Pamungkas, A., & Akhrianti, I. (2023). The Distribution of Total Suspended Solid (TSS) and Sediment Texture in Matras Coastal Waters, Bangka Regency. *Scientific Timeline*, 3(01), 001-012. <https://journal.unupurwokerto.ac.id/index.php/sciline/article/view/90>.
- Saleh, L., Syarbiah, S., Junus, M., Sukratman, I. M., & Amartani, K. (2025). *Buku Referensi Pengantar Agroindustri: Konsep, Sistem, dan Implementasi*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Syamsuddin, S., & Rivai, A. N. (2024). Gambaran Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit di PT. Perkebunan Nusantara XIV Kabupaten Luwu Timur. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 23(1), 147–155. <https://doi.org/10.32382/sulo.v23i1.424>.
- Quraini, N., Busyairi, M., & Adnan, F. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 6(1), 1-11. <http://dx.doi.org/10.30872/jtlunmul.v6i1.7231>.