

PEMBUATAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI

Sri Martini^{*}, Erna Yuliwati, Dian Kharismadewi

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Palembang

Program Studi Teknik Kimia Program Magister, Program Pasca Sarjana

Universitas Muhammadiyah Palembang

Jalan Ahmad Yani 13 Ulu Seberang Ulu II Palembang

Telp/Fax: (0711) 513022/ (0711) 513078

^{*}Corresponding author: sr martini79@gmail.com

Abstrak

Perkembangan sektor industri yang sangat pesat tidak hanya memberikan sisi positif terhadap perkembangan perekonomian, kemajuan sosial serta teknologi bagi masyarakat, namun juga hasil samping berupa berbagai limbah termasuk limbah cair yang pada umumnya masih mengandung sejumlah partikel polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan serta ekosistem. Dengan demikian, teknologi pengolahan yang tepat harus diberikan sebagai perlakuan pada limbah sebelum dialirkan ke tempat pembuangan akhir. Filtrasi membran, adsorpsi, proses oksidasi, koagulasi, flokulasi, dan pemanfaatan mikroorganisme secara biologi adalah beberapa contoh teknologi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas air limbah. Sebagaimana yang dibahas didalam artikel ini sehingga dapat memberikan gambaran ringkas mengenai beberapa teknologi yang tersedia dan dapat diaplikasikan pada limbah cair hasil proses industri.

Kata Kunci : limbah cair, membran, adsorpsi, koagulasi, mikroorganisme.

Abstract

The massive increase in various industrial sectors is not only giving positive influence on the increasing economic and social as well as technology development for society, but also a negative side such as wastewater which still contains various harmful pollutants threatening human health, the environmental sustainability and ecosystem. Therefore, there are many wastewater treatment technologies that can be applied to purify the wastewater before its final disposal. Membrane filtration, adsorption, oxidation process, coagulation and flocculation, and the use of microorganism in biological process are some of prominent methods in wastewater treatment technology in order to increase the wastewater quality. This article reviews those methods succinctly, so better insights could be reached on the available technology in which they can be applied to treat industrial wastewater.

Keywords: wastewater, membrane, adsorption, coagulation, microorganism.

PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap air yang memiliki kualitas yang layak digunakan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dunia dan perkembangan industri di berbagai bidang termasuk industri pangan, tekstil, pengolahan minyak bumi, pengolahan logam, industri obat - obatan, dan lain - lain. Keadaan tersebut berpengaruh terhadap tuntutan akan ketersediaan air bersih dan resiko terhadap kualitas lingkungan hidup akibat kualitas limbah yang rendah namun diproduksi sebagai hasil samping dengan kuantitas yang semakin tinggi. Air limbah yang tidak diolah dengan baik masih mengandung berbagai polutan dapat mengontaminasi sistem ekologi termasuk sumber air terbuka seperti laut, sungai dan danau, termasuk sistem ekologi di wilayah udara dan tanah. Secara langsung maupun tidak langsung, keberadaan air yang terkontaminasi oleh berbagai polutan tersebut membawa dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia dan kelangsungan hidup makhluk biotik serta kelestarian alam (Beulah dan Muthukumaran, 2020). Limbah sebagai hasil akhir sampingan dari proses pengolahan bahan dan produksi manufaktur tersebut dapat berwujud limbah cair, padat maupun gas.

Limbah cair merupakan air bekas pakai dari berbagai proses penggunaan yang telah mengandung bahan pencemar atau polutan berupa senyawa organik dan anorganik. Pada umumnya, air limbah atau limbah cair memiliki kuantitas yang lebih besar dibandingkan limbah jenis lainnya dan memiliki tipikal kandungan polutan yang lebih beragam, antara lain; minyak, alkohol, fenol, pewarna sintetis, dan logam berat. Standar kualitas air layak pakai yang diharapkan biasanya memiliki karakteristik yang bervariasi dan disesuaikan dengan peruntukannya, antara lain untuk keperluan air minum, air irigasi, atau air proses yang dimanfaatkan untuk kebutuhan proses industri tertentu. Namun, secara umum dapat disimpulkan bahwa air yang diperlukan tersebut harus memenuhi berbagai kriteria, antara lain tidak mengandung polutan yang membahayakan atau setidaknya mengandung polutan yang tidak diinginkan dengan nilai ambang batas seminimal mungkin sesuai dengan nilai baku mutu yang diamanatkan dalam peraturan pemerintah atau institusi terkait lainnya.

Teknik Pengolahan Limbah Cair

Air limbah atau limbah cair yang telah diolah dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk berbagai kebutuhan yang produktif, bahkan sebagai sumber air minum. Kualitas air olahan yang akan dipergunakan sebagai sumber air minum yang layak dikonsumsi harus memenuhi syarat yang ditetapkan sehingga menjamin kesehatan manusia dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Begitu juga dengan air limbah yang akan didaur ulang untuk kebutuhan lainnya (recycle) yang masih mengandung berbagai polutan akibat paparan limbah, harus melewati tahapan pengolahan untuk menghilangkan atau setidaknya menurunkan konsentrasi polutan tersebut secara signifikan, baik polutan yang dapat terdeteksi secara visual maupun yang hanya dapat diketahui dengan pengujian di laboratorium. Beberapa teknik pengolahan air dan limbah cair yang dikenal dan dapat diterapkan dengan sistem tunggal (sole method) maupun secara terintegrasi yang melibatkan minimal 2 metode pengolahan yang berkesinambungan (combined/hybrid) untuk mendapatkan hasil air olahan yang lebih baik, dijabarkan dalam beberapa poin berikut, antara lain:

Screening

Sampah padatan yang berasal dari alam, buangan industri dan berbagai aktifitas manusia lainnya seperti kerikil, potongan kayu, dahan, daun, bangkai hewan, botol plastik, kaleng dan sampah lainnya yang berukuran relatif besar dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran air dan merusak sistem peralatan pengolahan limbah seperti pompa. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan proses screening atau penyaringan kasar. Screening adalah unit operasi pengolahan limbah cair tingkat pertama yang memisahkan material padatan berdasarkan ukuran tertentu yang relatif besar dari limbah cair. Proses screening menggunakan alat yang dinamakan bar screen. Alat tersebut umumnya terbuat dari logam yang dibentuk sedemikian rupa hingga memiliki struktur berongga dan diletakkan di area aliran masuk limbah cair menuju area utama kolam penampungan dan pengolahan limbah. Selanjutnya, partikel sampah padatan yang terjebak di permukaan bar screen dibuang secara manual atau mekanikal sehingga dapat digunakan untuk proses penyaringan berikutnya (Cheremisinoff, 2001; Spellman, 2013).

Filtrasi Membran

Penggunaan teknologi membran dalam proses pengolahan air terkontaminasi memiliki beberapa sisi yang lebih unggul dibandingkan dengan sejumlah metode lainnya, antara lain mampu menghasilkan air dengan tingkat kemurnian yang sangat tinggi, bahkan mampu mencapai efisiensi pemurnian hingga 100% dan dapat mengolah air dengan kapasitas yang besar dalam waktu yang relatif singkat. Terdapat beberapa jenis membran yang umum diaplikasikan dalam proses pemurnian air, yaitu (Martini *et al.* 2017; Ladhe and Krishna Kumar, 2010):

- ✓ Ultrafiltration
- ✓ Mikrofiltration
- ✓ Nanofiltration
- ✓ Reverse osmosis

Membran Ultrafiltration, microfiltration, dan nanofiltration umumnya digunakan dalam proses pengolahan air terkontaminasi yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga, dimana

air hasil akhir dari proses filtrasi tersebut diperuntukan untuk penggunaan produktif lainnya seperti air proses, air irigasi, ataupun air yang akan dialirkan ke pembuangan akhir di alam terbuka. Sedangkan, reverse osmosis saat ini banyak dimanfaatkan untuk proses pengolahan air yang akan dijadikan sebagai sumber air minum, meskipun demikian beberapa industri pengolahan minyak juga mulai turut menggunakan membran tipe ini untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan (Sridhar *et al.*, 2002). Membran semi permeable tipe reverse osmosis mampu menyaring berbagai polutan termasuk senyawa patogen, senyawa organik dan anorganik lainnya sehingga dihasilkan air yang memiliki tingkat kemurnian tinggi dan mendekati kadar kemurnian air suling (distilled water). Selain itu, membran reverse osmosis juga dapat diaplikasikan untuk mengolah air laut yang asin menjadi air yang siap minum karena membran tersebut mampu menyaring partikel garam terlarut. Proses pengolahan air laut menjadi air tawar dikenal dengan nama desalinasi (desalination). Di sebagian besar negara maju seperti Australia, Amerika Serikat, dan Kanada, teknologi desalinasi telah diterapkan dalam skala besar sehingga dapat memenuhi kebutuhan air minum nasional, dimana air laut yang telah diolah di sistem membran reverse osmosis dapat dialirkan melalui pipa – pipa ke tiap rumah tangga dan dapat dikonsumsi sebagai air minum yang diperoleh melalui aliran air di keran rumah tangga, tanpa pengolahan lebih lanjut.

Permasalahan yang menjadi tantangan tersendiri dalam pemanfaatan teknologi membran adalah fenomena penurunan kinerja membrane akibat penyumbatan pori atau lapisan permukaan alir membrane oleh partikel polutan yang terjebak dan dikenal dengan istilah membrane fouling. Untuk mengatasi hal tersebut, beberapa prosedur dapat dilakukan antara lain memberikan perlakuan awal (pre-treatment) pada air dan limbah cair sebelum dialirkan memasuki sistem membran, dan melakukan proses pencucian membran secara periodik setelah masa pakai dalam rentang waktu tertentu.

Filtrasi menggunakan Media Pasir

Proses pemurnian air yang menggunakan metode filtrasi atau penyaringan dari bahan pasir bersih dikenal dengan istilah slow sand filter (SSF), dan pasir dengan ukuran dan tipe yang seragam umumnya digunakan sebagai upaya sederhana untuk mengurangi konsentrasi polutan pada air dengan tingkat turbidity dan polusi yang rendah, dimana air tersebut tidak diperuntukan sebagai sumber air minum tanpa olahan lebih lanjut. Secara umum, penyaring jenis ini terdiri dari pipa yang berisi beberapa lapisan pasir yang diletakan sedemikian rupa dan diikuti oleh tambahan beberapa lapisan lain yang berisi batu kerikil dimana batu kerikil ini tidak menyentuh dinding dari pipa penyaring sehingga air tidak dapat melalui saringan dengan mudah melalui dinding filter, sedangkan dinding pipa sebaiknya dibuat dengan pola kasar atau tidak rata dan licin untuk lebih memperlambat pergerakan air yang mungkin menyentuh dinding pipa. Penyaringan sederhana alami jenis ini dapat digunakan beberapa kali sebelum pasir yang telah mengandung polutan yang terperangkap tersebut diganti dengan pasir baru. Sistem ini juga hanya digunakan untuk aliran air yang kontinyu. Kedalaman pipa yang berisi pasir minimal 0,6 meter. Sistem pengolahan air SFF umumnya tidak dapat menjadi proses yang berdiri sendiri. Untuk memurnikan air dengan tingkat kontaminasi kompleks termasuk pathogen dan logam berat yang berukuran sangat kecil, tetap dibutuhkan proses lain baik sebelum atau sesudah SFF dilakukan.

Adsorpsi

Dalam proses adsorpsi, adsorben berfungsi untuk menyerap polutan. Material adsorben dapat terbuat dari mineral non-organik, bahan organik sintetis dan bahan organik alami. Adsorben yang berasal dari material non organik memiliki tingkat daya apung dan daya serap yang relatif rendah terhadap polutan tertentu minyak dan logam, sedangkan adsorben bekas pakai yang terbuat dari bahan sintesis cenderung mencemari lingkungan. Hal tersebut mendorong munculnya alternatif bahan dasar adsorben yang bersifat ramah terhadap lingkungan dengan tingkat ketersediaan yang stabil, ekonomis serta memiliki efisiensi yang tinggi, dan hal tersebut merupakan karakteristik adsorben yang terbuat dari bahan organik termasuk bagian tanaman dan sisa hasil pertanian seperti cangkang kelapa sawit, kulit pisang, kulit buah durian, kulit dan biji buah mangga dan lainnya (Martini *et al.* 2020). Meskipun demikian, pemanfaatan bahan organik mentah tanpa melalui proses aktivasi menghasilkan tingkat penyerapan yang relatif terbatas, terutama untuk limbah industri yang mengandung tingkat polutan yang tinggi. Sehingga diperlukan berbagai metode aktivasi untuk

meningkatkan kinerja adsorben tersebut dengan tujuan untuk meningkatkan persentase penurunan konsentrasi polutan sekaligus mencapai kapasitas adsorpsi optimum dari adsorben, termasuk dengan melakukan chemical impregnation dan carbonization. Salah satu proses aktivasi yang paling umum dilakukan untuk mengaktivasi material adsorben adalah karbonisasi pada temperatur tinggi yang dapat dimulai dari kisaran 200 °C untuk menghasilkan karbon aktif (Wahi *et al.*, 2013).

Pengolahan air terkontaminasi dengan menggunakan karbon aktif, termasuk karbon aktif yang tersedia secara komersil, sebagai media penyaring dan penyerap polutan seperti senyawa patogen, padatan terlarut, pewarna sintesis, dan logam berat telah banyak diaplikasikan karena menawarkan beberapa keuntungan seperti prosedur pemakaian yang sederhana, waktu pengolahan yang relatif singkat dan kualitas air olahan yang layak dimanfaatkan lebih lanjut. Namun masa pakai karbon aktif harus menjadi perhatian, penggunaan karbon aktif yang sudah dalam keadaan jenuh (saturated) akibat pemakaian yang terus menerus dapat mengakibatkan berkembang-biaknya mikroorganisme yang telah terperangkap dalam media karbon seperti berbagai jenis senyawa patogen. Semakin banyak masa karbon aktif yang digunakan dalam filter maka akan semakin memperpanjang masa pakai filter tersebut. Penggunaan karbon aktif yang telah digranulasi (granulated activated carbon) atau bentuk karbon aktif blok terkompresi atau arang aktif serbuk dapat meningkatkan area permukaan karbon yang berfungsi sebagai sisi aktif yang menangkap partikel polutan.

Sedimentasi

Sedimentasi merupakan salah satu proses pengolahan limbah cair secara fisika yang menggunakan gaya gravitasi untuk memisahkan partikel padatan tersuspensi yang telah terbentuk dari dalam air. Sebagian besar proses sedimentasi didahului oleh proses koagulasi dan flokulasi. Proses sedimentasi juga dapat dilakukan pada awal atau pertengahan rangkaian pengolahan limbah cair. Untuk limbah cair yang mengandung padatan tersuspensi dalam konsentrasi yang sangat tinggi, proses sedimentasi sebaiknya diaplikasikan pada awal rangkaian pengolahan sehingga mengurangi pemakaian koagulan, mempercepat proses koagulasi dan flokulasi dan mencegah penyumbatan pada peralatan pengolahan lanjut (Kristijarti *et al.*, 2013).

Proses Oksidasi

Proses oksidasi lanjutan yang lebih dikenal dengan istilah advanced oxidation processes (AOPs) merupakan salah satu metode efektif yang melibatkan penggunaan berbagai bahan kimia yang dapat merubah kandungan senyawa organik dan non-organik berbahaya dalam air menjadi komponen yang ramah lingkungan seperti CO₂ dan H₂O. Proses yang termasuk AOPs antara lain fotokatalisis menggunakan media semikonduktor logam oksida, oksidasi menggunakan metode Fenton, UV-Fenton serta ozonisasi (Andreozzi *et al.*, 1999).

Proses degradasi polutan dengan menggunakan metode fotokatalisis (photocatalytic degradation) sangat efektif untuk merusak stabilitas senyawa polutan organik dan non-organik pada temperatur dan tekanan ambien, dimana reaksi fotokatalitik merupakan proses interaksi antar photon yang memiliki panjang gelombang yang berkesesuaian dengan partikel semikonduktor. Dengan kata lain, apabila proses fotokatalisis berlangsung pada kondisi operasi yang mendukung termasuk kandungan katalis, pH, konsentrasi oksidan, dan intensitas sinar (light intensity) yang optimum, maka proses mineralisasi polutan organik dan non-organik menjadi senyawa CO₂ dan H₂O dapat menghasilkan air hasil olahan yang lebih baik. Proses fotokatalitik dapat berlangsung secara heterogeneous dan homogeneous dimana masing-masing tipe terkait dengan kondisi fase dari reaktan dan katalis, dan keduanya tergolong sangat efektif untuk mengeliminasi polutan organik seperti phenol, chlorophenols, dan asam oksalat serta polutan non-organik seperti logam berat yang terkandung dalam beberapa limbah industri.

Terdapat cukup banyak pilihan metal oksida maupun katalis lainnya yang dapat dimanfaatkan dalam proses tersebut, antara lain TiO₂, ZnO, MgO₃, CeO₂, ZrO₂, SnO₂, WO₃, α-FeO₃, ZnS, CdS, CdSe, WS₂, and MgS₂. Meskipun demikian, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat efisiensi dan efektifitas tiap katalis termasuk metal oksida tidak sama persis. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain jenis dan karakteristik berbagai kontaminan yang terdapat dalam air dan limbah cair tersebut, energy yang dibutuhkan dalam proses eksitasi elektron

dan minimum panjang gelombang yang dibutuhkan dalam proses photo-excitation tersebut (Martini *et al.*, 2014; Affam and Chaudhuri, 2013).

Selain itu, literatur juga melaporkan bahwa di antara sekian banyak pilihan fotokatalis yang tersedia, semikonduktor TiO₂ memiliki tingkat efektifitas yang relatif stabil dan lebih tinggi dari sisi keamanan, resistensi terhadap ancaman fenomena photo corrosion, efisiensi katalis, pertimbangan ekonomis serta kemampuan untuk menyerap radiasi yang memiliki panjang gelombang dibawah 400 nm. Metode oksidasi lainnya yaitu proses oksidasi homogeny termasuk Fenton, Fenton-like, UV oxidant and photo Fenton dimana proses Fenton mengacu pada penggunaan reagent Fenton (Fe²⁺/ H₂O₂) sebagai agen oksidasi yang menghasilkan hydroxyl radicals.

Sedangkan proses ozonisasi merupakan proses pengolahan air secara kimia yang melibatkan ozon, yaitu senyawa kimia yang terdiri dari tiga atom oksigen yang memiliki karakteristik sebagai oksidator kuat yang dapat mengoksidasi dan mendegradasi polutan organik menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Dengan demikian gas ozon mampu berperan sebagai zat pembersih, penghilang bau serta desinfektan yang mampu membunuh senyawa patogen dan mikroorganisme lainnya seperti virus dan jamur. Ozon dapat diperoleh dengan memanfaatkan generator ozon dan untuk proses pengolahan air minum, umumnya ozonisasi dilakukan sebagai tahap akhir setelah air tersebut melewati beberapa tahapan pengolahan pendahuluan, seperti proses penyaringan, koagulasi dan flokulasi. Ozon memiliki kemampuan untuk mengubah tegangan permukaan dari senyawa organik terlarut dan partikel tersuspensi yang bersifat koloid yang mendorong terjadinya mikroflokulasi dari molekul organik terlarut tersebut disertai koagulasi dari partikel koloid. Pemanfaatan ozon untuk memurnikan air dianggap lebih unggul dibanding proses kimia lain yang menggunakan desinfektan seperti chlorine karena tidak ditemukan residu desinfektan pada air tercemar yang dimurnikan meskipun proses ozonisasi telah selesai dilakukan dan molekul ozon (O₃) kembali berubah bentuk menjadi molekul O₂ (Cheremisinoff, 2001).

Koagulasi dan Flokulasi

Proses pemurnian air dengan menggunakan zat koagulan atau flokulan merupakan salah satu metode pengolahan air yang umumnya dilakukan pada bagian awal dari sistem pengolahan air. Penambahan zat koagulan/flokulan tersebut bertujuan untuk membentuk agregat yang membentuk gumpalan yang terikat satu sama lain yaitu antara koagulan/flokulan tersebut dengan partikel polutan yang menjadi target eliminasi. Adapun prinsip mekanisme dalam proses ini adalah terciptanya koagulasi kimiawi yang melalui tahapan destabilisasi senyawa organik yang dilanjutkan proses pengikatan partikel polutan yang telah dikondisikan menjadi tidak stabil tersebut agar dapat membentuk agregat atau koloid yang memisahkan dari dari molekul air. Sebagian hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa proses ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan termasuk mereduksi kandungan polutan organik, mengurangi tingkat kekeruhan, zat pewarna, dan pathogen. Zat koagulan atau flokulan yang efektif digunakan antara lain adalah zat kapur (lime), magnesium, garam aluminium (aluminum salts), calcium oxide and aluminium sulphate.

Penggunaan Mikroorganisme

Pemanfaatan mikroorganisme merupakan pengolahan limbah cair secara biologi. Mikroorganisme tersebut biasanya adalah bakteri baik yang bersifat aerob atau anaerob. Umumnya dilakukan dengan dua sistem yaitu suspended growth system dan fixed film systems. Pada pertumbuhan mikroorganisme dalam suspended growth system, mikroorganisme hidup di dalam air limbah dengan bantuan aliran udara (oksigen) yang dihasilkan oleh distributor oksigen yang diletakan di dasar bak penampungan atau kolam limbah sehingga terjadi percampuran yang merata antara mikroorganisme dengan air limbah. Metode ini membutuhkan clarifier yang berfungsi untuk memisahkan mikroorganisme setelah proses pengolahan dimana mikroorganisme yang terpisah sebagian besar dipergunakan kembali dan sebagian kecil dibuang untuk mengendalikan jumlah mikroorganisme dalam proses. Salah satu contoh pengolahan limbah cair dengan metode pertumbuhan mikroba tersuspensi yang paling banyak diterapkan adalah metode lumpur aktif (activated sludge).

Sedangkan pada fixed film systems, mikroorganisme ditumbuhkan pada suatu media padat berpori yang berfungsi sebagai tempat yang memberikan area tumbuh yang memadai bagi

pembentukan lapisan mikroorganisme atau biomassa. Limbah cair yang dialirkan melakukan kontak dengan lapisan biomassa yang dapat mengoksidasi polutan organik dan solid yang tersuspensi dalam limbah. Media yang umum diaplikasikan dalam sistem pertumbuhan mikroorganisme melekat adalah saringan tetes (trickling filter) dan cakram kontak biologis putar (rotating biological contactors). Pada sistem saringan tetes, tersedia area yang berisi media penyaring yang disusun secara bertumpuk. Media saring tersebut dapat berupa potongan batu kerikil, zeolit, kayu, silika, arang dan pozzolan yang berukuran kecil ataupun bahan isian dari polimer plastik yang berukuran mikro dan memiliki daya tahan yang baik terhadap cuaca sehingga dapat digunakan dalam waktu beberapa beberapa tahun. Proses pendistribusian air limbah dan suplai oksigen dilakukan dengan bantuan blower yang diletakan pada bagian dasar bak. Sedangkan pada metode cakram kontak biologis, mikroorganisme tumbuh melekat pada cakram melingkar yang berputar dengan kecepatan tertentu. Cakram tersebut digerakan oleh motor penggerak udara secara mekanik. Sebagian dari cakram tersebut atau sekitar 40% berada di dalam limbah cair sehingga terjadi pertumbuhan lapisan mikroba (biofilm) pada permukaan cakram putar. Biofilm tersebut dapat menyerap polutan organik yang terkandung pada limbah dan dengan bantuan oksigen yang didapatkan saat terjadi perputaran cakram, maka proses penguraian senyawa organik menjadi lebih cepat. Semakin lama perputaran cakram menyebabkan semakin tebalnya lapisan mikroorganisme yang terbentuk dan gaya gravitasi menyebabkan lapisan tersebut lepas dan terbawa aliran air keluar.

Secara umum, dapat disimpulkan bahwa proses biologi merupakan proses alami yang cukup efektif dan efisien karena berbiaya rendah, ramah terhadap lingkungan dan dapat diaplikasikan untuk menurunkan berbagai polutan organik dan non-organik termasuk kandungan lemak dan minyak yang bersifat stabil serta kandungan logam dalam limbah. Namun demikian, teknik ini membutuhkan area yang relatif lebih luas, waktu yang lebih lama dibandingkan dengan proses lainnya, serta fleksibilitas operasional dan desain yang terbatas.

PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Cair

Terdapat beberapa poin yang dapat menjadi tolok ukur untuk analisa terhadap karakteristik limbah cair. Meskipun sebagian dari karakteristik tersebut yang dapat dideteksi secara visual atau menggunakan panca indra biasa, namun dibutuhkan uji skala laboratorium menggunakan peralatan yang terstandar agar diketahui jenis dan tingkat konsentrasi kandungan tertentu yang menentukan kualitas dan karakteristik limbah cair tersebut. Berikut ini beberapa karakteristik yang dapat diamati pada limbah cair antara lain, yaitu (Clark *et al.*, 2011; Cheremisinoff, 2001).

Padatan tersuspensi

Partikel padatan (solid) dapat berada dalam air dalam kondisi tersuspensi atau terlarut dan dapat berikatan dengan senyawa organik dan non-organik lainnya seperti lemak, minyak dan kotoran lain yang tercampur. Hal ini berpengaruh negatif pada proses pengolahan karena dapat merusak alat dan mesin, misalnya pompa. Selain itu mengurangi kesempatan makhluk hidup biotik lainnya untuk mendapatkan oksigen dan cahaya matahari.

Warna

Warna limbah cair dapat memberikan informasi mengenai sumber dan kandungan limbah cair tersebut. Cairan limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil, misalnya, umumnya lebih berwarna warni sesuai jenis pewarna tekstil yang digunakan, atau limbah dari industri minyak bumi dan minyak nabati yang cenderung berwarna kuning kecoklatan.

Rasa dan bau

Rasa dan bau mencerminkan kandungan utama yang terdapat dalam limbah tersebut, seperti adanya senyawa mineral, garam, material organik yang membusuk, mikroorganisme yang hidup didalamnya, dan lain – lain.

Nilai pH

Nilai pH menjadi indikator tingkat keasaman atau kebasaaan air dan limbah cair dan hal ini menjadi parameter yang sangat krusial dalam reaksi secara biologis dan kimiawi air tersebut.

Kandungan Senyawa Organik

Tinggi rendahnya kandungan senyawa organik pada air yang tercemar dapat diketahui melalui pengujian laboratorium untuk mengetahui nilai oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerob untuk melakukan proses dekomposisi atau penguraian senyawa organik tersebut, yaitu melalui pengukuran konsentrasi oksigen terlarut, DO (dissolved oxygen) dan BOD (biochemical oxygen demand).

Senyawa Non-Organik

Keberadaan senyawa non-organik turut menjadi salah satu karakteristik penentu kualitas air dan direpresentasikan oleh kandungan beberapa parameter, yaitu konsentrasi klorida (chloride), nitrogen, fosfor (phosphor), sulfur, dan logam berat lainnya.

SIMPULAN

Artikel ini merupakan review singkat yang memberikan gambaran terhadap beberapa teknologi yang umum diaplikasikan pada proses pengolahan limbah. Peningkatan aktifitas dan bertambahnya ragam jenis pada sektor industri membawa dampak terhadap berkurangnya kualitas limbah cair dan menambahkan kuantitas limbah yang dihasilkan. Hal tersebut memberikan ancaman terhadap kesehatan manusia, kelestarian lingkungan dan kehidupan makhluk biotik lainnya. Untuk itu, diperlukan adanya pemahaman semua pihak mengenai alternatif metode pengolahan limbah dan pengenalan beberapa karakter utama limbah cair yang dapat diamati secara visual atau melalui uji laboratorium untuk menentukan proses pengolahan yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Affam, A. C., & Chaudhuri, M. (2013). Degradation of pesticides chlorpyrifos, cypermethrin and chlorothalonil in aqueous solution by TiO₂ photocatalysis. *J Environ Manage*, 130(0), 160-165, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.058.
- Andreozzi, R., Caprio, V., Insola, A., & Marotta, R. (1999). Advanced oxidation processes (AOP) for water purification and recovery. *Catalysis Today*, 53(1), 51-59, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0920-5861(99)00102-9.
- Beulah, S. S., & Muthukumaran, K. (2020). Methodologies of Removal of Dyes from Wastewater: A Review. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 68-78.
- Cheremisinoff, N. P. (2001). Handbook of water and wastewater treatment technologies: Butterworth-Heinemann.
- Clark, R. M., Hakim, S., & Ostfeld, A. (2011). Handbook of water and wastewater systems protection (Vol. 2): Springer.
- Kristijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna, M. (2013). Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. *Research Report-Engineering Science*, 2.
- Ladhe, A. R., & Krishna Kumar, N. S. (2010). Application of Membrane Technology in Vegetable Oil Processing. 63-78, doi:10.1016/b978-1-85617-632-3.00005-7.
- Martini, S., Afroze, S., & Roni, K. A. (2020). Modified eucalyptus bark as a sorbent for simultaneous removal of COD, oil, and Cr (III) from industrial wastewater. *Alexandria Engineering Journal*.
- Martini, S., Ang, H. M., & Znad, H. (2017). Integrated ultrafiltration membrane unit for efficient petroleum refinery effluent treatment. *Clean Soil Air Water*, 45(2), 1-9, doi:10.1002/Clen.201600342.
- Martini, S., Znad, H. T., & Ang, H. M. (2014). Photo-assisted fenton process for the treatment of canola oil effluent. *Chemeca 2014: Processing excellence; Powering our future*, 1519.
- Spellman, F. R. (2013). Handbook of water and wastewater treatment plant operations: CRC press.

- Sridhar, S., Kale, A., & Khan, A. A. (2002). Reverse osmosis of edible vegetable oil industry effluent. *Journal of Membrane Science*, 205(1–2), 83-90, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0376-7388\(02\)00065-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0376-7388(02)00065-0).
- Wahi, R., Chuah, L. A., Choong, T. S. Y., Ngaini, Z., & Nourouzi, M. M. (2013). Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: an overview. *Separation and Purification Technology*, 113, 51-63.
- .