

PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN

M²ReG

Isna Syaughiah, Muthia Elma

PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN

PRESS

M²ReG



PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN

Isna Syaughiah
Muthia Elma



ISBN 978-623-7533-63-4



9 786237 533634

ISBN 978-623-7533-63-4

PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN

Isna Syauqiah

Muthia Elma



PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN

Isna Syauqiah
Muthia Elma

Editor: *Awali Sir Kautsar Harivram*

Diterbitkan oleh: **Lambung Mangkurat University Press, 2021**
d/a Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan ULM
Lantai 2 Gedung Perpustakaan Pusat ULM
Jl. Hasan Basri, Kayutangi, Banjarmasin 70123
Telp/Fax. 0511-3305195
ANGGOTA APPTI (004.035.1.03.2018)

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit, kecuali untuk kutipan singkat demi penelitian atau resensi

i-xii + 159 h 15,5 x 23, cm
Cetakan pertama, Juni 2021

ISBN : 978-623-7533-63-4

PRAKATA

Saat ini, sumber daya air semakin langka dan banyak tercemar oleh sumber antropogenik seperti keperluan industri, limbah pertanian dan rumah tangga. Oleh karena itu, pengolahan air limbah tetap menjadi kebutuhan kritis sebelum diserahkan ke aliran air alami. Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan berbagai kontaminan yang dalam air limbah seperti padatan tersuspensi, karbon organik, nutrisi, garam anorganik, logam berat, patogen dan sebagainya. Tujuan akhir dari pengolahan air limbah adalah untuk memberikan perlindungan dalam hal kesehatan manusia dan aspek lingkungan.

Dalam hal ini, beberapa upaya telah dilakukan selama bertahun-tahun untuk memperkenalkan berbagai teknologi pengolahan air limbah antara lain seperti filtrasi konvensional, koagulasi-flokulasi, dan sistem pengolahan biologis. Terdapat juga peningkatan teknologi yang sudah ada untuk memenuhi standar debit atau penggunaan kembali saat ini. Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang telah menarik perhatian selama periode ini adalah teknologi membran. Teknologi membran telah berkembang secara signifikan di beberapa dekade terakhir karena manfaat yang ditawarkannya dalam pengolahan air dan air limbah. Dengan pengurangan signifikan ukuran peralatan, kebutuhan

energi dan biaya modal rendah, teknologi membran menawarkan banyak prospek dalam pengolahan air limbah.

Meskipun teknologi membran bukanlah penemuan baru, sifat dan kompleksitas yang bervariasi dari air limbah memberi ruang untuk lebih banyak perbaikan, dalam hal efisiensi, kebutuhan ruang, energi, kualitas penyerapan, dan perlunya keterampilan teknis. Diperlukan adanya modifikasi membran yang berkelanjutan modul dan elemen membran untuk meningkatkan pengurangan fouling membran, yang merupakan tantangan untuk proses membran. Kemungkinan menggabungkan dua atau lebih proses membran dengan satu sama lain, atau dengan bentuk teknologi lain seperti koagulasi atau adsorpsi, dalam mode hibrida juga terus dieksplorasi, dikembangkan dan diterapkan di banyak fasilitas pengolahan air limbah

Buku ini meliputi beberapa pokok bahasan seperti aplikasi teknologi membran dalam kaitannya mengolah air limbah industri petrokimia, kelapa sawit, tambang, pelapis logam, pangan, electroplating, kertas dan laundry. Dilengkapi dengan penjelasan tentang proses penggabungan teknologi membran dalam mengolah air limbah. Buku ini dapat dipergunakan sebagai bahan bacaan maupun literatur pada Program Studi Teknik Kimia maupun pada Program Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Buku ini selanjutnya juga bisa dijadikan sebagai bahan referensi bagi para peneliti yang menekuni penelitian di bidang Pengolahan Air Limbah Menggunakan Teknologi Membran.

Semoga buku ini bermanfaat dalam menambah pengetahuan para pembaca terutama rekan-rekan mahasiswa yang menempuh pendidikan S-1 dan S-2 Jurusan Teknik Kimia. Penulis menerima saran, kritikan dan masukan dari semua pihak demi kesempurnaan buku ini.

Penulis,

Dr. Isna Syauqiah, ST., MT

Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D

KATA PENGANTAR EDITOR

Banyak orang di dunia, terutama di negara berkembang, kekurangan akses ke air minum. Semakin berkembangnya populasi manusia, maka air limbah yang dihasilkan semakin besar. Air permukaan pun masih banyak yang kurang layak dikonsumsi.

Air limbah yang tidak diolah mengandung sejumlah besar bahan organik akan mengkonsumsi oksigen terlarut untuk memenuhi Biological Oxygen Demand (BOD) air limbah dan dengan demikian, mengurangi oksigen terlarut air aliran yang dibutuhkan oleh biota air;

Air limbah yang tidak diolah biasanya mengandung sejumlah besar patogen, atau penyakit menyebabkan mikroorganisme dan senyawa beracun, yang dapat berdiam di dalam tubuh manusia saluran usus sehingga mengancam kesehatan manusia;

Air limbah juga dapat mengandung sejumlah nutrisi, yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman air dan ganggang, sehingga menyebabkan eutrofikasi danau dan sungai;

Buku yang berjudul “Pengolahan Air Limbah Menggunakan Teknologi Membran” ini ditulis agar mengetahui perkembangan teknologi pengolahan air limbah terkini dan mengingat semakin pesatnya perkembangan teknologi membran. Hal ini karena membran sendiri termasuk dalam teknologi ramah lingkungan

serta tidak memerlukan lahan luas untuk mengimplementasikannya. Sehingga pengolahan air limbah yang diaplikasikan melalui membran menjadi fokus baik skala besar maupun penelitian. Di negara maju, membran banyak digunakan untuk desalinasi agar menghasilkan air bersih tanpa kandungan garam. Namun, seiring berjalannya waktu, membran dalam mengolah air limbah industri telah menunjukkan kemajuan yang signifikan.

Topik buku ini dibuat dengan mengumpulkan data yang berasal dari berbagai buku, artikel ilmiah nasional dan internasional yang relevan. Secara garis besar, waktu yang diperlukan dalam penulisan sekitar 3 bulan. Kendala yang dihadapi dalam penulisan yaitu menggabungkan dan memparafrase kalimat agar sampai ke pembaca dengan baik sesuai dengan apa yang penulis maksudkan. Meskipun demikian, buku ini telah melalui proses editing agar pengetahuan mengenai membran ini sampai ke pembaca. Dilengkapi dengan ilmu dasar yang bagus sebagai bahan bacaan orang yang baru memulai mengenal membran.

Buku ini diharapkan dapat menjelaskan secara garis besar pentingnya membran di era teknologi ini. Tidak hanya pengolahan air limbah secara konvensional. Buku ini cocok dibaca bagi mahasiswa yang ingin mempelajari membran dalam pengolahan air limbah.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi baik selama penyusunan maupun dalam penyelesaian buku ini, yaitu kepada seluruh anggota tim M2ReG (Materials and Membranes Research Group), terutama

yang berkontribusi dalam penyelesaian draft buku diantaranya: Rafiq, Toni, Siti, Aisyah, Natalia, Thala'ah. Terkhusus untuk Awali dan Lulu sebagai EDITOR. Sampul di desain oleh Raissa. Semoga pembaca dapat menikmati buku ini.

Editor,

**Awali Sir Kautsar Harivram ST., MT
Erdina Lulu Atika Rampun**

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
KATA PENGANTAR EDITOR	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
SINOPSIS.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN TENTANG PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA UMUM	1
1.1. Krisis Air Bersih	1
1.2 Permasalahan Pengolahan Air Limbah	2
1.3 Teknologi untuk Mengolah Air Limbah Industri Menjadi Air Bersih (Metode Konvensional)	4
BAB II PROSES PENGOLAHAN AIR BERBASIS MEMBRAN .	9
2.1 Mikrofiltrasi	9
2.2 Ultrafiltrasi	11
2.3 Nanofiltrasi	14
2.4 Proses <i>Reverse Osmosis</i>	16
2.5 Proses Pervaporasi	19

BAB III PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI MENGGUNAKAN	
TEKNOLOGI MEMBRAN	25
3.1 Pengolahan Air Limbah Tekstil Menggunakan Teknologi	
Membran	25
3.2 Pengolahan Air Limbah Industri Petrokimia	
Menggunakan Teknologi Membran	42
3.3 Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit	
Menggunakan Teknologi Membran	59
3.4 Pengolahan Air Limbah Asam Tambang Menggunakan	
Teknologi Membran.....	68
3.5 Pengolahan Air Limbah Pelapis Logam Menggunakan	
Teknologi Membran.....	76
3.6 Air Limbah Industri Pangan	78
3.6.1 Contoh Kasus Daur Ulang Air dalam Industri Pangan ..	79
3.7 Teknologi Pengolahan Daur Ulang Air Limbah.....	81
3.8 Pengolahan Air Limbah <i>Electroplating</i> Menggunakan	
Teknologi Membran.....	84
3.9 Pengolahan Air Limbah Laundry Menggunakan	
Teknologi Membran.....	89
3.10 Pengolahan Air Limbah <i>Pulp</i> dan Kertas Menggunakan	
Teknologi Membran.....	92
BAB IV PROSES GABUNGAN TEKNOLOGI MEMBRAN UNTUK	
MENGOLAH AIR LIMBAH INDUSTRI	99

4.1.	Proses Koagulasi-Membran	99
4.2	Proses Adsorpsi Membran	111
BAB V PENUTUP		122
ACKNOWLEDGEMENT		124
DAFTAR PUSTAKA		126
TENTANG PENULIS		158

SINOPSIS

Pernakah anda mendengar tentang teknologi membran?

Pernakah anda mendengar tentang *reverse osmosis*?

Teknologi membran seringkali digunakan dalam desalinasi

Sejarah desalinasi sudah berabad-abad lamanya dan sudah ada lebih dari dua ribu tahun yang lalu tahun. Catatan sejarah menunjukkan bahwa beberapa peradaban seperti Mesir, Persia, dan orang Yunani belajar memperoleh air tawar dari air laut.

Seorang filsuf menyatakan bahwa "Uap yang dihasilkan dari air laut ketika dikondensasi tidak lagi asin" dan mengajari murid-muridnya konsep desalting. Orang-orang Arab, di sisi lain, mengembangkan penyulingan yang disebut "alembic" yang sangat mirip dengan proses distilasi yang dikenal saat ini. Alembic digunakan untuk memurnikan parfum dan produk bernilai tinggi lainnya. Pelaut Jepang menggunakan pot gerabah untuk merebus air laut dan tabung bambu untuk mengumpulkan kondensat. Mengikuti penelitian dan pengembangan upaya awal, telah terjadi peningkatan eksponensial dalam kapasitas desalinasi yang terpasang baik global dan nasional sejak tahun 1960. Desalinasi

skala besar bertujuan mulai dari memasok: pasokan air kota sampai aplikasi industri sekarang ada di banyak negara.

Banyak dari alat desalinasi ini terutama memanfaatkan teknologi membran dan mengolah air payau dan air laut.

Secara sederhana, teknologi membran adalah suatu teknik yang dapat memisahkan dua fase zat atau lebih dengan bantuan membran semipermeable.

Ternyata seiring perkembangan zaman, teknologi ini tidak hanya bertujuan untuk desalinasi, akan tetapi membran juga bisa berguna dalam mengolah air limbah industri.

Semua aktivitas manusia bergantung pada air. Dengan bertambahnya populasi manusia, membuat berton-ton air limbah dihasilkan setiap hari di seluruh rumah tangga, industri, dan sektor pertanian. Sumber daya air tawar sendiri tidak dapat memenuhi kebutuhan air seiring meningkatnya penduduk dan penggunaan air. Hal ini menyebabkan persaingan yang ketat dan distribusi yang tidak adil yang berdampak pada terbatasnya sumber daya air tawar di berbagai sektor.

Melalui buku ini akan diberitakan tentang aplikasi teknologi membran dalam kaitannya mengolah air limbah industri petrokimia,

kelapa sawit, tambang, pelapis logam, pangan, electroplating, kertas dan laundry.

Air limbah yang dihasilkan dari industry sangat banyak dan akan berbahaya jika tidak diolah terlebih dahulu.

Teknologi membran memiliki keunggulan yaitu ramah lingkungan dan tidak diperlukannya lahan yang luas saat pengaplikasian, menjadi pilihan yang cocok untuk diterapkan pada industri.

Buku ini juga berisi penelitian-penelitian terbaru dan relevan yang melibatkan teknologi membran.

Bagi pembaca yang ingin mendalami membran ataupun pembaca yang ingin mengetahui gambaran besar penggunaan membran dalam mengubah air limbah menjadi air bersih bisa mendapatkan ide untuk penelitian dari buku ini.

Penulis menggunakan bahasa sesederhana mungkin yang dapat dipahami oleh mahasiswa.