

# **PENGUNAAN TEKNOLOGI MEMBRAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT**

Oleh: Siti Agustina, Sri Pudji.R, Tri Widiyanto, Trisni.A.

## **I. PENDAHULUAN**

Indonesia mempunyai potensi yang cukup besar untuk pengembangan industri kelapa sawit. Pada saat ini perkembangan industri kelapa sawit tumbuh cukup pesat. Mempunyai dampak positif dan dampak negatif bagi masyarakat. Dampak positif yaitu meningkatkan devisa negara dan kesejahteraan masyarakat meningkat, sedangkan dampak negatif yaitu menimbulkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

Definisi limbah adalah kotoran atau buangan yang merupakan komponen penyebab pencemaran terdiri dari zat atau bahan yang tidak mempunyai kegunaan lagi bagi masyarakat. Limbah industri kebanyakan menghasilkan limbah yang bersifat cair atau padat yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian. Kebanyakan industri yang ada membuang limbahnya ke perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Sebagian pengusaha industri yang akan membuang limbah diwajibkan mengolah terlebih dahulu untuk mencegah pencemaran lingkungan hidup disekitarnya.

Metode yang digunakan adalah pengolahan limbah secara fisik, kimia dan biologi atau kombinasi untuk mengatasi pencemaran. Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Pada saat ini umumnya industri melakukan pengolahan limbah cair secara kimia yaitu proses *koagulasi –flokulasi, sedimentasi* dan secara *flotasi* dengan menggunakan udara terlarut, serta pengolahan limbah cair secara biologi yaitu proses *aerob* dan proses *anaerob*. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan *sludge* yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan *sludge*. Pada pengolahan limbah cair secara *flotasi* akan menggunakan energi yang cukup banyak. Pada proses pengolahan limbah secara biologi, umumnya menggunakan lahan yang cukup luas dan energi yang banyak dan menjadi pertimbangan bagi industri yang terletak didaerah yang mempunyai lahan sempit. Berdasarkan data diatas, maka untuk meminimisasi

masalah tersebut salah satu teknologi yang dapat digunakan pada pengolahan limbah cair adalah teknologi membran.

Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak.

Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan samapai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik.

Pada saat ini pengolahan limbah cair industri kelapa sawit umumnya dilakukan dengan menggunakan metode proses kombinasi, yaitu fisika dan biologi. Metode ini mempunyai kelebihan pengolahannya cukup murah, tetapi kekurangannya adalah lahan yang digunakan untuk pengolahan limbah cair cukup besar, tetapi bagi industri yang mempunyai lahan terbatas karena proses diatas sulit dilakukan untuk membantu industri yang mempunyai keterbatasan lahan, maka kami mencoba untuk menggunakan teknologi membran dalam pengolahan air limbah industri kelapa sawit.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

Membran ialah sebuah penghalang selektif antara dua fasa. Membran memiliki ketebalan yang berbeda-beda, ada yang tebal dan ada juga yang tipis serta ada yang homogen dan ada juga ada heterogen. Ditinjau dari bahannya membran terdiri dari bahan alami dan bahan sintetis. Bahan alami adalah bahan yang berasal dari alam misalnya pulp dan kapas, sedangkan bahan sintetis dibuat dari bahan kimia, misalnya polimer.

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut konsentrat dan larutan yang mengalir disebut permeat. Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut.

Teknik pemisahan dengan membran umumnya berdasarkan ukuran partikel dan berat molekul dengan gaya dorong berupa beda tekan, medan listrik dan beda konsentrasi. Proses pemisahan dengan membran yang memakai gaya dorong berupa beda tekan umumnya dikelompokkan menjadi empat jenis diantaranya *mikromembran*, *ultramembran*, *nanomembran* dan *reverse osmosis*.

Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses lain, antara lain :

- Pemisahan dapat dilakukan secara kontinu
- Konsumsi energi umumnya relatif lebih rendah
- Proses membran dapat mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya (*hybrid processing*)
- Pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang mudah diciptakan
- Mudah dalam *scale up*
- Tidak perlu adanya bahan tambahan
- Material membrane bervariasi sehingga mudah diadaptasikan pemakaiannya.

Kekurangan teknologi membran antara lain : *fluks* dan *selektifitas* karena pada proses membran umumnya terjadi fenomena *fluks* berbanding terbalik dengan *selektifitas*. Semakin tinggi fluks seringkali berakibat menurunnya selektifitas dan sebaliknya. Sedangkan hal yang diinginkan dalam proses berbasis membran adalah mempertinggi *fluks* dan *selektifitas*.

## II.A. JENIS-JENIS MEMBRAN

### 1. Mikrofiltrasi

Mikrofiltrasi merupakan pemisahan partikel berukuran *micron* atau *submicron*. Bentuknya lazim berupa cartridge, gunanya untuk menghilangkan partikel dari air yang berukuran 0,04 sampai 100 mikron. Asalkan kandungan padatan total terlarut tidak melebihi 100 ppm. *Filtrasi cartridge* merupakan filtrasi mutlak. Artinya partikel padat akan tertahan, terkadang *cartridge* yang berbentuk silinder itu dapat dibersihkan. Cartridge tersebut diletakkan di dalam wadah tertentu (*housing*). Bahan *cartridge* beraneka : *katun*, *wool*, *rayon*, *selulosa*, *fiberglass*, *poly propilen*, *akrilik*, *nilon*, *asbes*, *ester-ester selulosa*, *polimer hidrokarbon terfluorinasi*.

Jenis- jenis *cartridge* dikelompokkan :

- (1) Cartridge leletan
- (2) Cartridge rajut-lekatan-terjurai
- (3) Cartridge lembar – berpori (kertas saring khusus, media nirpintal, membran, berkarbon)

### 2. Osmosis Balik (RO)

Membran RO dibuat dari berbagai bahan seperti *selulosa asetat (CA)*, *poliamida (PA)*, *poliamida aromatis*, *polieteramida*, *polieteramina*, *polieterurea*, *polifelilene oksida*, *polifenilen bibenzimidazol*, dsb. Membran komposit film tipis terbuat dari berbagai bahan polimer untuk substratnya ditambah polimer lapisan fungsional di atasnya.

Membran mengalami perubahan karena memampat dan fouling (sumbat). Pemampatan atau fluks-merosot itu serupa dengan perayapan plastic/logam bila terkena beban tegangan kompresi. Makin besar tekanan dan suhu, biasanya tak reversible dan membran makin mampat. Normalnya, membran bekerja pada suhu 21-35 derajat celcius. Fouling membran itu diakibatkan oleh zat-zat dalam air baku misalnya kerak, pengendapan koloid, oksida logam, organik dan silica.

Berdasarkan kajian ekonomi menunjukkan osmosis balik mempunyai keuntungan sebagai berikut ;

1. Untuk umpan padatan total terlarut di bawah 400 ppm, osmosis balik merupakan perlakuan yang murah.
2. Untuk umpan padatan total terlarut di atas 400 ppm, dengan penurunan padatan total terlarut 10% semula, osmosis balik sangat menguntungkan disbanding dengan deionisasi
3. Untuk umpan berapapun konsentrasi padatan total terlarut, disertai kandungan organik lebih daripada 15 g/liter, osmosis balik sangat baik untuk praperlakuan deionisasi.
4. Osmosis balik sedikit berhubungan dengan bahan kimia, sehingga lebih praktis.

### 3. Ultrafiltrasi

Membran ultrafiltrasi adalah teknik proses pemisahan (menggunakan) membran untuk menghilangkan berbagai zat terlarut BM (berat molekul) tinggi, aneka koloid, mikroba sampai padatan tersuspensi dari air larutan. Membran

semipermeabel dipakai untuk memisahkan makromolekul dari larutan. Ukuran dan bentuk molekul terlarut merupakan faktor penting.

Dalam teknologi pemurnian air, membran ultrafiltrasi dengan berat molekul membran (MWC) 1000 – 20000 lazim untuk penghilangan pirogen, sedangkan berat molekul membrane (MWC) 80.000- 100.000 untuk pemakaian penghilangan koloid. Terkadang pirogen (BM 10.000- 20.0000) dapat dihilangkan oleh membrane 80.000 karena adanya membrane dinamis.

Tekanan sistem ultrafiltrasi biasanya rendah, 10-100 psi (70-700 kPa), maka dapat menggunakan pompa sentrifugal biasa. Membran ultrafiltrasi sehubungan dengan pemurnian air dipergunakan untuk menghilangkan koloid (penyebab fouling) dan penghilangan mikroba, pirogen dan partikel dengan modul higienis.

Membran ultrafiltrasi dibuat dengan mencetak polimer selulosa acetate (CA) sebagai lembaran tipis. Fluks maksimum bila membrannya anisotropic, ada kulit tipis rapat dan pengemban berpori. Membran selulosa acetate (CA) mempunyai sifat pemisahan yang bagus namun sayangnya dapat dirusak oleh bakteri dan zat kimia, rentan pH. Adapula membrane dari polimer polisulfon, akrilik, juga polikarbonat, PVC, poliamida, piliviniliden fluoride, kopolimer AN-VC, poliasetal, poliakrilat, kompleks polielektrolit, PVA ikat silang. Juga dapat dibuat membrane dari keramik, aluminium oksida, zirconium oksida, dsb.

#### **4. Nanofiltrasi**

Proses nanofiltrasi merejeksi kesadahan, menghilangkan bakteri dan virus, menghilangkan warna karena zat organik tanpa menghasilkan zat kimia berbahaya seperti hidrokarbon terklorinasi. Nanofiltrasi cocok bagi air padatan total terlarut rendah, dilunakkan dan dihilangkan organiknya.

Sifat rejeksinya khas terhadap tipe ion : ion dwivalen lebih cepat dihilangkan daripada yang ekavalen, sesuai saat membrane itu diproses, formulasi bak pembuat, suhu, waktu annealing, dan lain-lain. Formulasi dasarnya mirip osmosis balik tetapi mekanisme operasionalnya mirip ultrafiltrasi. Jadi nanofiltrasi itu gabungan antara osmosisi balik dan ultrafiltrasi.

### **II.B. FAKTOR- FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA MEMBRAN**

Pembuatan membran mempunyai spesifikasi khusus tergantung untuk apa membran tersebut digunakan dan spesifikasi apa product yang diharapkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan membran diantaranya sebagai berikut :

#### 1. Ukuran Molekul

Ukuran molekul membran sangat mempengaruhi kinerja membran. Pada pembuatan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi mempunyai spesifikasi khusus. Sebagai contoh untuk membran protein kedele yang dihidrolisis menggunakan ukuran membrane 5000 MWCO, 10.000 MWCO dan 50.000 MWCO.

#### 2. Bentuk Molekul

Bentuk dan konfigurasi macromolekul mempunyai efek pada kekuatan ion, temperature dan interaksi antar komponen. Perbedaan bentuk ini khusus pada kondisi dibawah permukaan membrane. Hal ini dapat terlihat dalam penggunaan membrane pada protein dan dextrin.

#### 3. Bahan Membran

Perbedaan bahan membran akan berpengaruh pada hasil rejection dan distribusi ukuran pori. Sebagai contoh membrane dari polysulfone dan membrane dari selulosa asetat, kedua membran ini menunjukkan rendahnya deviasi antara kedua membran dan ini mempunyai efek pada tekanan membran. Selain itu mempunyai efek pada tingkat penyumbatan (fouling) pada membrane.

#### 4. Karakteristik Larutan

Pada umumnya berat molekul larutan garam dan gula mempunyai berat molekul yang kecil dari ukuran pori membran. Karakteristik larutan ini mempunyai efek pada permeability membran

#### 5. Parameter operasional

Jenis parameter yang digunakan pada operasional umumnya terdiri dari tekanan membran, permukaan membran, temperature dan konsentrasi. Dan parameter tambahan adalah : pH, ion strength dan polarisasi.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **III.A. BAHAN- BAHAN PENELITIAN**

Bahan- bahan yang digunakan pada percobaan adalah :

## **Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit**

---

1. Air limbah industri kelapa sawit.
2. Aquades
3. Asam Nitrat
4. Standar analisa logam Zn, Fe, Cr
5. Methylene blue
6. Standar warna
7. Standar pH
8. NaOH

### **III.B. PERALATAN PENELITIAN**

Peralatan yang digunakan pada percobaan adalah :

1. Membran reverse osmosis
2. Membran keramik
3. Peralatan gelas
4. pH meter
5. Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS)
6. U.V. Spektrofotometer
7. Neraca Analitik
8. Kertas whatman
9. Peralatan uji kekeruhan
10. Peralatan uji warna

### **III.C. PROSEDUR PENELITIAN**

- Menganalisa karakteristik air limbah industri kelapa sawit, seperti BOD, COD, TSS dan TDS
- Mengkombinasikan pengolahan secara anaerobik dan membran reverse osmosis, serta menganalisa effluennya
- Mengkombinasikan pengolahan secara anaerobik-aerobik- membran reverse osmosis, serta menganalisa effluennya
- Mengolah air limbah menggunakan membran keramik dengan variabel suhu ( 27 °C, 40°C, 50°C dan 60°C) serta menganalisa effluennya.

## **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **IV.A. Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit**

## Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit

---

Pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO, selain menghasilkan minyak sawit tetapi juga menghasilkan limbah cair, dimana air limbah tersebut berasal dari :

- Hasil kondensasi uap air pada unit pelumatan ( *digester*) dan unit pengempaan (*pressure*). Injeksi uap air pada unit pelumatan bertujuan mempermudah pengupasan daging buah, sedangkan injeksi uap bertujuan mempermudah pemerasan minyak. Hasil kondensasi uap air pada kedua unit tersebut dikeluarkan dari unit pengempaan
- Kondensat dari depericarper, yaitu untuk memisahkan sisa minyak yang terikut bersama batok/cangkang
- Hasil kondensasi uap air pada unit penampung biji/inti. Injeksi uap ke dalam unit penampung biji bertujuan memisahkan sisa minyak dan mempermudah pemecahan batok maupun inti pada unit pemecah biji
- Kondensasi uap air yang berada pada unit penampung atau penyimpan inti
- Penambahan air pada hydrocyclone yang bertujuan mempermudah pemisahan serat dari cangkang.
- Penambahan air panas dari saringan getar, yaitu untuk memisahkan sisa minyak dari ampas.

Limbah cair kelapa sawit mengandung konsentrasi bahan organik yang relatif tinggi dan secara alamiah dapat mengalami penguraian oleh mikroorganisme menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Limbah cair kelapa sawit umumnya berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan BOD tinggi.

Berdasarkan hasil analisa pada tabel 1 menunjukkan bahwa limbah cair industri kelapa sawit bila dibuang kepengairan sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan, sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum di buang keperairan. Pada umumnya industri kelapa sawit yang berskala besar telah mempunyai pengolahan limbah cair.

## Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit

Tabel 1. Karakteristik limbah cair kelapa sawit dari PTP VII Lampung.

No	Parameter	Hasil pengujian
1	BOD (mg/l)	25.000 mg/l
2	COD (mg/l)	40.000 mg/l
3	Minyak dan lemak (mg/l)	8.370
4	pH	5
5	TSS	21.270 mg/l
6	Temperatur	50 C

### IV.B. Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit

Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit pada umumnya menggunakan metode pengolahan limbah kombinasi. yaitu dengan sistem proses *anaerobik* dan *aerobik*.

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kemudian dialirkan ke bak penampungan untuk dipisahkan antara minyak yang terikut dan limbah cair. Setelah itu maka limbah cair dialirkan ke bak anaerobik untuk dilakukan proses anaerobik. Pengolahan limbah secara anaerobik merupakan proses degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang terdapat dalam limbah cair oleh bakteri anaerobik tanpa kehadiran Oksigen menjadi biogas yang terdiri dari CH<sub>4</sub> (50-70%), serta N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dalam jumlah kecil. Waktu tinggal limbah cair pada bioreaktor anaerobik adalah selama 30 hari. Setelah proses anaerobik maka dilakukan analisa karakteristik effluen yang dihasilkan.

Tabel 2. Karakteristik Air Hasil Olahan Setelah Proses Anaerobik

No	Parameter	Hasil analisa
1	BOD (mg/l)	1890 mg/l
2	COD (mg/l)	3025 mg/l
3	TSS (mg/l)	5579 mg/l
4	TDS	7890 mg/l
5	pH	7
6	Temperatur	30 C

Berdasarkan hasil analisa diatas menunjukkan bahwa proses anaerobik dapat menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair sebanyak 70 %. Setelah pengolahan limbah cair secara anaerobik dilakukan pengolahan limbah cair dengan proses aerobik

## Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit

selama 15 hari. Pada proses pengolahan secara aerobik menunjukkan penurunan kadar BOD dan Kadar COD adalah sebesar 15 %, yaitu :

Tabel 3. Karakteristik Air Hasil Olahan Setelah Pengolahan Aerobik

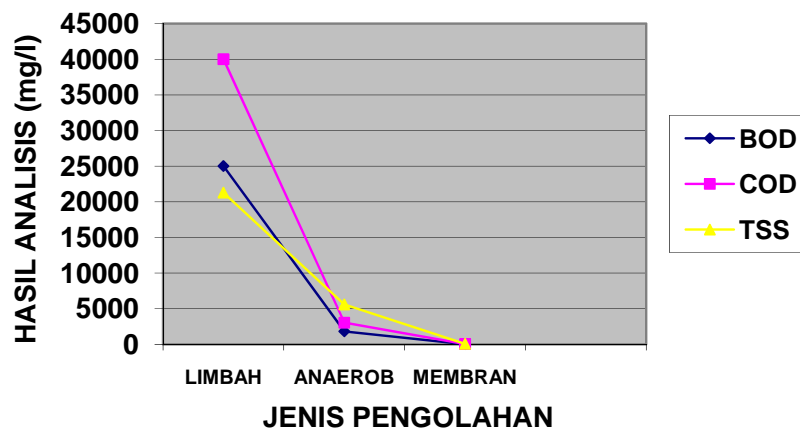
No	Parameter	Hasil Analisa
1	BOD (mg/l)	189 mg/l
2	COD (mg/l)	453,75 mg/l
3	TSS (mg/l)	3023 mg/l
4	TDS (mg/l)	6060 mg/l
5	pH	7
6	Temperatur	30

Berdasarkan hasil analisa diatas menunjukkan bahwa air hasil olahan telah dapat dibuang ke perairan , tetapi tidak dapat digunakan sebagai air proses dikarenakan air hasil olahan tersebut masih mempunyai warna kecoklatan.

### IV.C. Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa sawit Dengan Membran Reverse Osmosis.

#### 1. Kombinasi pengolahan anaerobik dan membran reverse osmosis

Air hasil olahan dari proses anaerobik kemudian dialirkan ke membran reverse osmosis dengan tekanan 8 kg/cm<sup>2</sup>, dengan laju alir 100 ml/menit. Setelah itu ditampung dan dianalisa. Hasil analisa dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Jenis pengolahan Vs hasil analisa BOD, COD dan TSS

## Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit

---

Tabel 4. Hasil Analisa Air dari Proses Pengolahan Membran Reverse Osmosis

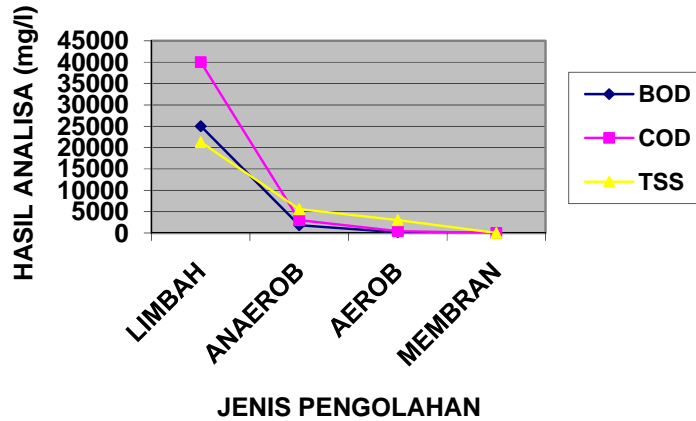
No	Parameter	Hasil pengujian
1	Zat organik	10,94 mg/l
2	Bau	Tidak berbau
3	Kekeruhan	6 NTU
4	TDS	234,7 mg/l
5	Metylene Blue	< 0,05 mg/l
6	Chlor	< 0,01 mg/l
7	Warna	27 Pt.Co
8	pH	7,7
9	Logam	
	- Cr total	Tidak terdeteksi
	- Zn	0,04
	- Fe	0,18

Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa air hasil olahan dengan menggunakan membran reverse osmosis dapat digunakan sebagai air proses, tapi untuk menjadi air minum belum dapat memenuhi persyaratan karena warnanya belum sejernih yang dipersyaratkan sebagai air minum.

### 2. Kombinasi Proses pengolahan anaerobik-aerobik- membran reverse osmosis

Pada pengolahan limbah cair kelapa sawit, pengolahan akhir adalah proses secara aerobik dan setelah air hasil olahan dapat dibuang ke perairan. Tetapi pada penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan air hasil olahan tersebut untuk recycle dan air minum, sehingga perlu dilakukan pengolahan lagi. Air hasil olahan dari proses aerobik dialirkan ke membran reverse osmosis dengan tekanan 8 kg/cm<sup>2</sup> dan laju alir 100 ml/menit. Air hasil olahan dari membran reverse osmosis kemudian dianalisa

## Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit



Gambar 2. Jenis pengolahan Vs hasil analisa BOD, COD dan TSS

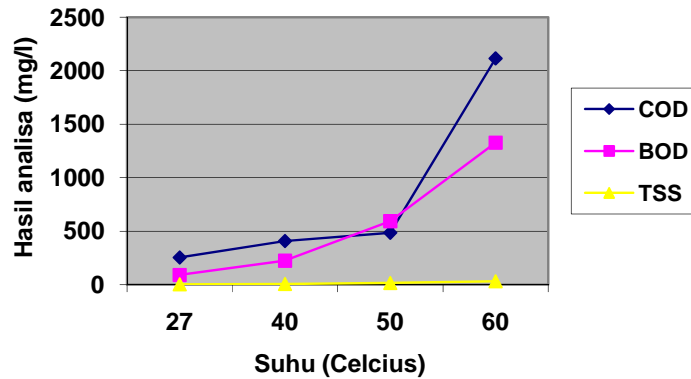
Tabel 5. Hasil Analisa Air dari Pengolahan Membran Reverse Osmosis

No	Parameter	Hasil Pengujian
1	Zat organik (mg/l)	2,43 mg/l
2	Bau	Tidak berbau
3	Kekeruhan	2 NTU
4	TDS (mg/l)	88 mg/l
5	Methylene Blue (mg/l)	< 0,05 mg/l
6	Khlor (mg/l)	< 0,01 mg/l
	Warna	1 Pt Co
	pH	7
	Logam :	
	- Krom total	Tidak terdeteksi
	- Zn (mg/l)	0,03 mg/l
	- Fe (mg/l)	0,13 mg/l

Berdasarkan dari hasil analisa diatas menunjukkan bahwa air hasil olahan dari pengolahan kombinasi diatas effluentnya dapat digunakan sebagai air minum dan dapat digunakan untuk recycle air proses.

### IV.D. PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

Pada pengolahan dengan membran keramik menggunakan variabel suhu, yaitu: 27oC, 40oC, 50oC dan 60oC. Dikarenakan membran keramik mempunyai daya tahan terhadap suhu tinggi, dan air limbah keluar dari proses mempunyai suhu sekitar 65oC. Hasil analisa penelitian dapat dilihat sebagai berikut :



**Gambar Hasil analisa pada penelitian membran keramik Vs Suhu (celcius)**

Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa hasil yang terbaik adalah dengan menggunakan suhu 27 derajat celcius.

### IV. E. KAJIAN EKONOMI PEMANFAATAN LAHAN UNTUK IPAL

Lahan yang digunakan untuk pembuatan IPAL pada proses secara biologi cukup besar. Apabila lahan produktif tersebut ditanami kelapa sawit, maka akan menghasilkan jumlah CPO dan PKO yang cukup banyak dan memberi penghasilan bagi industri.

Sebagai contoh :

- Luas lahan = 4 Ha
- Produksi TBS = 20 ton/thn pada setiap Ha
- Rendemen = 23 % untuk CPO dan 5% untuk PKO
- Harga jual CPO/ kg = Rp 3.500,- dan  
Harga jual PKO/kg = Rp 25.000,-
- Masa panen = 20 tahun

Berdasarkan data diatas maka industri akan menghasilkan uang sebanyak

## **Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit**

---

Rp 3.288.000.000.

Apabila dilihat dari hasil diatas maka penggunaan membran keramik untuk pengolahan air limbah industri CPO dapat mensubstitusi pengolahan secara biologi. Dikarenakan pada pengolahan menggunakan membran tidak memerlukan lahan yang luas dan hasilnya lebih baik.

### **KESIMPULAN**

1. Pengolahan air limbah menggunakan kombinasi anaerob-membran RO, menghasilkan effluent yang dapat memenuhi baku mutu air limbah, tetapi belum memenuhi standar mutu air minum terutama untuk warna
2. Pengolahan air limbah menggunakan kombinasi anaerob-aerob-membran RO, menghasilkan effluent yang memenuhi persyaratan air minum, tidak berwarna, sehingga dapat direcycle lagi untuk proses produksi.
3. Pengolahan air limbah dengan menggunakan membran keramik menghasilkan effluent yang dapat memenuhi persyaratan mutu air limbah, tetapi belum memenuhi standar mutu air minum.

Kajian secara ekonomi menunjukkan industri dapat memanfaatkan lahan IPAL untuk digunakan sebagai lahan produksi. Pengolahan air limbah dapat

### **SARAN-SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang teknologi membran pada pengolahan limbah cair industri kelapa sawit dengan variabel lain yang mempengaruhi kinerja membran .

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. SuprihantoNotodarmodjo dan Anne Deniva, Penurunan zat organik dan kekeruhan menggunakan teknologi membran ultrafiltrasi dengan sistem aliran Dead-end. Proceeding ITB Sains & Tek. Vol 36 A, No. 1, 2004, hal 63-82. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Departemen Teknik Lingkungan , ITB.
2. Ari Firmansayah, Adi Saputra dan Ir. Tjandra Setiadi Meng, PhD. Evaluasi kinerja bioreaktor membran anaerob dalam pengolahan limbah industri minyak kelapa sawit. Laporan penelitian. Departemen Teknik Kimia.Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, 2003.

## **Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit**

---

3. Angga Jatmika. Prospek penggunaan teknologi membran untuk produksi minyak sawit merah. Warta PPKS, Vol 4(3) : 129-136. 1996
4. P.L. Tobing dan Z. Poelengan. Pengendalian limbah cair pabrik kelapa sawit secara biologis di Indonesia. Warta PPKS , vol 8 (2): 99-106, 2000
5. Mohd .Sale Suwandi. Merebut Peluang Masa Depan dalam Tekanologi Membran: pencapaian, keupayan dan cabaran. <http://www.penerbit.ukm.my/f199-6htm>
6. TaniguchiYishio dan Abdulrahman Abanmy. RO Desalination. Selection of membranes. Paper Workshop .JICA dan Saline Water Conversion Corporation.1992.
7. Munir Cheryan,Ph.D. Ultrafiltration and Microfiltration Handbook. University of Illinois. Urbana. Illinois. USA. Technomic. Publishing Co. Inc. 1998.
8. Metclaf & Eddy. Wastewater Engineering, treatment disposal, reuse. Third edition. Mc GrawHill, inc. 1991

