

ISSN 0853-0963

# JURNAL SINTESA KEMIKA

Nomor 1, Volume 18, September 2011



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

**JURNAL SINTESA KEMIKA**

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

No.1, Volume 18, September 2011

Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu pada Proses Hidrolisis serta Berat Ragi pada Proses Fermentasi terhadap Kadar Etanol yang dihasilkan dari Serbuk Kayu oleh : Fitri Hadiah, Tifani Fraziska, Christina Paulus .....	1
Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Pisang Lilin dengan Proses Oksidasi Asam Nitrat oleh : Ir. Pamilia Coniwanti, MT, Zulfikar, Irma Handayani .....	6
Studi Pencairan Batubara Peringkat Rendah dengan Proses <i>Improved BCL</i> oleh : Enggal Nurisman .....	16
Pengolahan Limbah Cair Industri Gula dengan Menggunakan Bioreaktor Anaerob Membran oleh : Rahmayetty .....	26
Pengaruh Jenis Pelarut, Siklus Ekstraksi dan Volume Pelarut pada Ekstraksi Minyak Biji Coklat oleh : Pamilia Coniwanti, Olivia Maretha Arvan, Widya Patricia .....	31
"Pengaruh Penggunaan Membran Keramik Berbasis Zeolit, Silika dan Karbon Aktif terhadap Gas CO dan CO <sub>2</sub> pada Gas Buang Kendaraan Bermotor" oleh : M. Hatta Dahlan, Laili Handayani, Eko Setiono .....	38
Pengolahan Limbah Karet Menggunakan Teknologi Membran Sintetis Polimer oleh : M. Hatta Dahlan .....	46
Upaya Mengurangi Dampak Limbah Cair Pada Pabrik Pulp Menggunakan Membran Sintetis oleh : M. Hatta Dahlan .....	52

# SUSUNAN PERSONALIA EDITOR JURNAL "SINTESA KEMIKA" JURUSAN TEKNIK KIMIA FT UNSRI

Penanggung Jawab : Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Redaktur : Ketua : Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng  
Wakil Ketua : Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA

Editor : 1. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc. (UNSRI)  
2. Dr. Ir. Hj. Tri Kurnia Dewi, M.Sc. (UNSRI)  
3. Dr. Ir. Subriyer Nasir, MS (UNSRI)  
4. Dr. Ir. Rochmadi, SU (UGM)  
5. Prof. Dr. Ir. Wahyudi B, SU (UGM)  
6. Prof. Dr. Ir. Suryo Purwono (UGM)  
7. Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng (ITS)  
8. Prof. Dr. Ir. Nonot Soewarno, M.Eng (ITS)  
9. Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng (UI)  
10. Ir. Siswanto (PT. Tanjung Enim Lestari)

Sekretariat : 1. Ir. H. Azhary H. Surest, MS  
2. Ir. Hj. Siti Miskah  
3. David Bahrin, ST. MT  
4. Lia Cundari, ST. MT  
5. Asyeni Miftahul J., ST. MT  
6. Tuti Indah Sari, ST. MT  
7. Rizky Arliani  
8. Indrawati, SH

Desain Grafis & Fotografer : 1. Ir. Tamzil Aziz, MPL  
2. Budi Santoso, ST. MT  
3. Ardiansyah  
4. Agusyanda Sihona  
5. Indra Wijaya, ST  
6. Reno Aprizal

## Sekretaris Redaksi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas teknik Universitas Sriwijaya,  
Jalan Raya Palembang- Indralaya km 32 OI Sumsel (kampus Indralaya)  
Jalan R. Soeprpto (Bukit Besar) Palembang 30139 (Kampus Palembang)  
Tel. 0711 580303, Fax. 0711 580303, email: halogenated@hotmail.com

## Kata Pengantar

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah Swt, kami mengucapkan terima kasih kepada pembaca dan semua pihak yang telah menyambut penerbitan jurnal ini, banyak usaha yang dijalankan namun dalam keterbatasan waktu kami berusaha agar jurnal ini terbit sesuai dengan waktu yang ditetapkan.

Ucapan terima kasih kepada para penulis yang telah mengirimkan jurnalnya dan kepada para editor yang telah membantu mensortir agar penampilan jurnal ini lebih padat efisien dan berbobot.

Kami berharap agar jurnal ini bisa bertambah baik lagi bila ada saran dan kritikan membangun senantiasa kami tunggu dari para pembaca sekalian.

Palembang, september 2011

Redaksi

---

# UPAYA MENGURANGI DAMPAK LIMBAH CAIR PADA PABRIK PULP MENGUNAKAN MEMBRAN SINTETIS

M. Hatta Dahlan

Staf Pengajar Pada Jurusan Teknik Kimia Unsri, Jin. Palembang - Prabumulih, Km 32 Indralaya OI

## Abstrak

Besarnya kebutuhan air pada industri Pulp and Paper terutama digunakan pada pencucian mengakibatkan banyaknya air yang tercemar. Proses pengolahan pulp kertas menggunakan bahan baku klorin, untuk proses pemutihan kertas (*bleaching*). Klorin ini dapat mengikat karbon sehingga terbentuk organoklorin. Zat kimia inilah yang dikenal sangat beracun dan dapat merusak kesehatan tubuh. Industri pulp kertas dapat mengkonsumsi 3 juta ton klorin setiap tahun. Pabrik pulp kertas berukuran sedang dapat menghasilkan organoklorin sekitar 35 ton klorin ke udara, antara lain dalam bentuk kloroform dan CFC (chloro-fluorocarbon), serta masuk sungai dalam bentuk sludge. Oleh karena itu, industri pulp dan kertas dikatakan sebagai penyumbang utama organoklorin (warta Ekonomi No.09 Th VII/24 Juli 1995). Pada Penelitian ini telah dilakukan proses pengolahan limbah pulp menggunakan membran sintetis, yaitu poliamide dan selulosa asetat. Kedua membran tersebut tidak secara signifikan ada perbedaan, namun untuk mengetahui performance kualitas produk, membran poliamide memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan membran selulosa asetat.

## Kata kunci:

Membran Poliamide, Membran Selulosa Asetat, Limbah cair pulp, Chloro FluorinCarbon (CFC)

## Pendahuluan

Proses pemutihan kertas (*bleaching*) menggunakan bahan baku klorin. pengolahan pulp kertas menggunakan bahan baku klorin. Bahan baku ini dapat mengikat karbon sehingga terbentuk organoklorin yang dikenal sangat beracun dan dapat merusak kesehatan tubuh. Industri pulp kertas dapat mengkonsumsi 3 juta ton klorin setiap tahun. Organoklorin bersifat bioakumulatif (menumpuk terus dalam tubuh makhluk hidup), dapat menetap di lingkungan tanpa mengalami perubahan dan sangat beracun. Para peneliti menemukan bukti bahwa organoklorin dapat mengubah level hormon, mengakibatkan cacat janin dan kemandulan, merusak fungsi mental anak, menyebabkan kanker, dan menurunkan kekebalan tubuh. Celakanya, gejala klinis akibat keracunan zat ini baru bisa diketahui dalam jangka panjang. Kelompok organoklorin seperti CFC juga akan naik ke udara dan menghantam ozon. Ozon terhantam maka daya saring alami udara terhadap sinar ultraviolet yang masuk dan mengenai manusia dapat memicu terjadinya kanker kulit.

Teknologi yang masih banyak digunakan di Indonesia, paling tidak sampai tahun 1995 adalah ECF (*Elemental Chlorine Free*). Sayangnya dengan teknologi ini, masih ada limbah organoklorin dalam jumlah yang cukup besar. Sebagai gambaran, sebuah pabrik pulp kertas berukuran sedang masih mengeluarkan limbah organoklorin sebesar 7 - 10 ton per hari.

Air limbah buangan dari pabrik dibagi menjadi dua tempat pembuangan:

### 1. Alkaline sewer (general sewer)

Alkaline sewer digunakan untuk menampung air limbah yang memiliki pH tinggi (> 8). Air limbahnya berasal dari seksi-seksi: water treatment plant, steam plant (recovery boiler), chemical preparation, cooking plant, chip and wood preparation, recautizing plant, pulp drying dan finishing serta evaporator dan NCG.

### 2. Acid sewer

Acid sewer digunakan untuk menampung air limbah yang memiliki pH rendah (< 6). Air limbahnya berasal dari bleaching plant, chemical preparation dan demin plant (recovery boiler).

Untuk proses pengolahan di Effluent Treatment dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

Proses pengolahan pertama, yaitu:

- Inlet Channel yang terdiri dari general dan acid sewer.
- Screening (penyaringan) pada general sewer.
- Primary Clarifier.
- Neutralization system.
- Equalization system.
- Cooling tower.

Proses pengolahan kedua, yaitu:

- Activated sludge system (sistem lumpur aktif) terdiri dari:

- Aeration basin dengan 16 aerator.
  - Secondary clarifier.
- b. Sludge dewatering system (sistem pengolahan lumpur)
- *Mesin belt press.*

Sehubungan dengan perkembangan Industri pulp dan kertas maka diperlukan penanganan yang terpadu antara pemerintah, industri dan masyarakat agar tingkat limbah yang dibuang berada di bawah baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Untuk itu diperlukan teknologi alternatif untuk pengolahan limbah secara tepat dan mudah dalam pengoperasian, salah satunya dengan menggunakan teknologi pemisahan membran.

### Proses Produksi Pulp Secara Umum

Beberapa tahapan proses untuk membuat pulp :

1. **Penyiapan Bahan Baku (*Woodyard and Chip Preparation*)**  
Proses ini diperlukan sebelum kayu diumpukan ke unit *Digester/* pemasakan. Prinsip utama pada proses ini adalah: pengulitan kayu (*debarking*), pembentukan serpih kayu (*chipping*) dan pengayakan serpih kayu (*screening*). Dari penyiapan bahan baku ini dihasilkan serpih kayu yang memenuhi persyaratan dan akan dimasak di dalam *digester*.
2. **Pemasakan Serpih Kayu (*Digesting*)**  
Proses pulping yang digunakan adalah proses Kraft dengan bahan kimia pemasak berupa larutan NaOH dan Na<sub>2</sub>S. Dari proses pemasakan ini akan diperoleh pulp yang belum diputihkan (*unbleached pulp*) dan masih bercampur dengan larutan lindi hitam.
3. **Pencucian (*Washing and Screening*)**  
Proses ini bertujuan untuk memisahkan lindi hitam dari pulp dengan menyemprotkan air panas dari arah yang berlawanan dengan aliran pulp. Selanjutnya pulp yang telah terpisahkan dari lindi hitam disaring untuk memisahkan serat-serat kayu yang tidak terolah dengan baik. Serat kayu ini kemudian dikirim ke *Power Boiler* sebagai bahan bakar. Sedangkan lindi hitam ditampung di tangki penampungan (*black liquor tank*) untuk diolah kembali di *recovery unit* untuk mendapatkan kembali NaOH dan Na<sub>2</sub>S.
4. **Delignifikasi Oksigen (*Oxygen Delignification*)**  
Proses delignifikasi menggunakan oksigen untuk mengurangi kandungan lignin dari pulp coklat, sehingga akan mengurangi pemakaian ClO<sub>2</sub> dalam proses pemutihan.
5. **Pemutihan (*Bleaching*)**  
Pulp yang dihasilkan setelah proses *oxygen delignification* akan mengalami proses pemutihan yang bertujuan untuk

menghilangkan sisa lignin, warna, kotoran yang masih terdapat dalam pulp. Proses pemutihan yang akan digunakan adalah proses ECF yaitu teknologi yang tidak menggunakan klorin, namun menggunakan ClO<sub>2</sub> 100%.

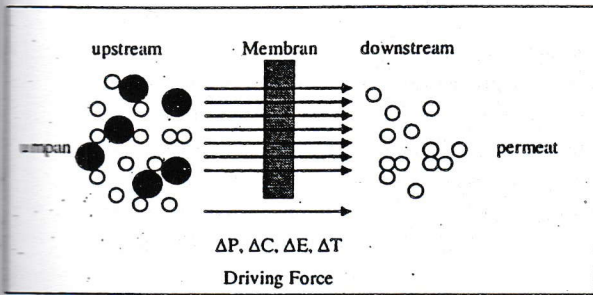
6. **Pengeringan dan Pembentukan Lembaran Pulp (*Pulp Drying and Finishing*)**  
Proses yang berlangsung di mesin pengering ini merupakan tahap akhir pembuatan pulp. Proses ini mengubah pulp menjadi lembaran-lembaran pulp dengan ukuran yang diinginkan.

### Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas

Limbah cair industri pulp dan kertas merupakan cairan sisa pemasakan pulp beserta air pencuci dari proses kraft. Pada dasarnya limbah tersebut terdiri atas senyawa organik yang berasal dari bahan baku sisa cairan pemasak. Jumlah senyawa organik dalam limbah tersebut cukup banyak sehingga merupakan sumber pencemaran bagi lingkungan biotik. Limbah cair industri pulp dan kertas terdiri atas lignin dan derivatnya, produk degradasi karbohidrat dan sejumlah kecil senyawa ekstraktif. Lignin yang terdapat dalam limbah industri pulp dan kertas dapat menimbulkan deposit pada dasar sungai dan menimbulkan bau tak sedap bila terjadi dekomposisi. Air limbah industri pulp dan kertas bersifat mencemari, karena dapat menimbulkan berbagai masalah terutama dalam zat padat tersuspensi, BOD dan COD. Parameter warna juga merupakan salah satu indikator pencemar yang secara pandang sudah berkesan mencemari. Warna limbah industri pulp dan kertas sebagian besar disebabkan oleh terlarutnya persenyawaan lignin melalui reaksi polimerisasi, klorinasi dan oksidasi yang terjadi selama proses delignifikasi dari proses pemasakan dan pemutihan. Bahan pencemar yang dikandung dalam limbah tersebut pada umumnya antara lain: klorin, klorit, serat, zat organik, zat warna, senyawa lignin, asam resin dan turunan klor.

### Mekanisme Transport Melalui Membran

Membran adalah media tipis yang berpori dengan ketebalan tertentu serta mempunyai sifat semi-permiabel yang hanya dapat melewatkan partikel dengan ukuran molekuler tertentu atau spesi dalam suatu larutan spesi dengan ukuran yang lebih besar dari pori akan tertahan sedangkan yang ukuran lebih kecil akan melewati membran. Prinsip proses pemisahan dengan membran adalah proses pemisahan antara pelarut dengan zat terlarut. Zat terlarut yang tertahan oleh membran disebut konsentrat sedangkan pelarut lolos melalui membran dinamakan permeat sedangkan umpan yang terdiri dari bermacam – macam komponen yang akan dipisahkan disebut *upstream* dan permeat yang merupakan hasil pemisahan disebut *downstream*.

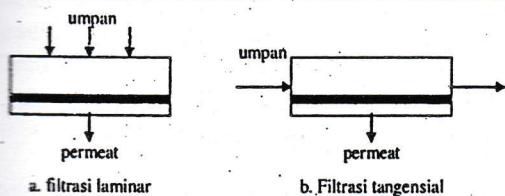


Gambar 1. Proses Pemisahan dengan Membran

Proses pemisahan dengan membran terjadi akibat adanya gaya pendorong. Gaya-gaya pendorong tersebut dapat berupa gradien tekanan ( $\Delta P$ ), gradien konsentrasi ( $\Delta C$ ), gradien potensial listrik ( $\Delta E$ ), atau gradien temperatur ( $\Delta T$ ) antara dua subsistem yang dipisahkan oleh membran. Pada dasarnya ada dua tipe proses pemisahan, yaitu filtrasi laminar (*dead end*) dan filtrasi tangensial (*cross flow*). Dalam filtrasi laminar, aliran umpan tegak lurus ke permukaan membran, sehingga partikel-partikel terakumulasi dan membentuk suatu lapisan pada permukaan membran yang akan menyebabkan menurunnya fluks membran. Dalam filtrasi tangensial umpan mengalir sepanjang permukaan membran hingga hanya sebagian saja yang terakumulasi.

### Karakterisasi Membran

Kinerja atau efisiensi perpindahan didalam membran ditentukan oleh dua parameter yaitu fluks dan rejeksi.



Gambar 2. Jenis aliran umpan pada membran

Permeabilitas sering disebut juga sebagai kecepatan permeat atau fluks adalah ukuran kecepatan suatu spesi melewati membran persatuan luas dan waktu dengan gradien tekanan sebagai gaya pendorong. Faktor yang mempengaruhi permeabilitas adalah jumlah dan ukuran pori, interaksi antara membran dan larutan umpan, viskositas larutan serta tekanan dari luar. Fluks ( $J_v$ ) dirumus sebagai berikut:

$$J_v = \frac{V}{A \cdot t \cdot P}$$

Keterangan:

- $J_v$  = fluks ( $L/m^2 \text{ atm jam}$ )
- $V$  = volume permeat (L)
- $A$  = luas membran ( $m^2$ )
- $t$  = waktu (jam)
- $P$  = tekanan (atm)

### Selektifitas

Selektifitas yang parameternya dinyatakan sebagai koefisien penolakan atau koefisien rejeksi adalah ukuran kemampuan membran menahan suatu spesi. Faktor yang mempengaruhi selektifitas adalah besarnya ukuran partikel yang akan melewatinya, interaksi antara membran dan larutan umpan dan ukuran pori. Koefisien rejeksi ( $R$ ) dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \left( 1 - \frac{C_p}{C_f} \right) \times 100\%$$

keterangan:

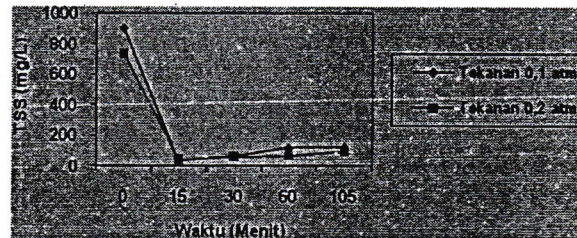
- $R$  = koefisien rejeksi
- $C_p$  = konsentrasi permeat
- $C_f$  = konsentrasi umpan

### HASIL PENELITIAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengaplikasikan teknologi pemisahan membran dalam pengolahan limbah industri pulp dan kertas. Ada pun hasil pengamatan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

#### 1. Hubungan Total Suspended Solid(TSS) terhadap membran poliamide

Hubungan antara TSS terhadap waktu menggunakan membran poliamide dapat dilihat pada gambar 3.

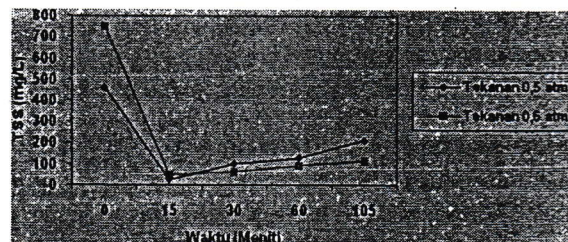


Gambar 3. Grafik TSS versus waktu untuk membran poliamida

Hampir dipastikan tidak ada perbedaan tekanan yang signifikan terhadap waktu permeasi.

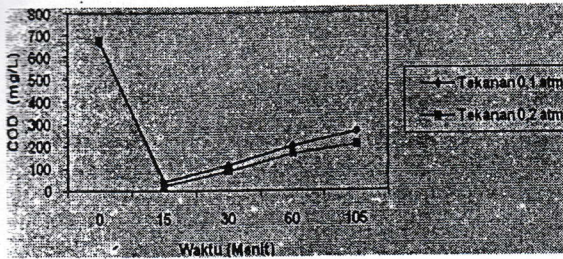
#### 2. Hubungan Total Suspended Solid(TSS) terhadap membran poliasetat

Hubungan antara TSS terhadap membran poliasetat dapat dilihat pada gambar 4.

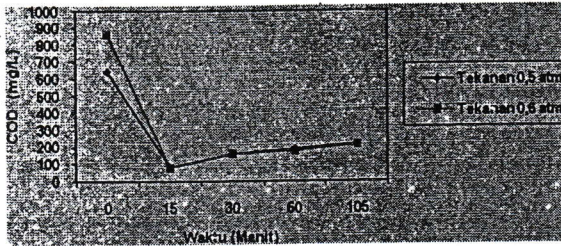


Gambar 4. Grafik TSS versus waktu untuk membran selulosa asetat

### 3. Hubungan Antara TSS terhadap COD pada membran poliamide



Gambar 5. Grafik COD versus waktu untuk membran poliamida



Gambar 6 Grafik COD versus waktu untuk membran selulosa asetat

#### PEMBAHASAN

Pengaruh tekanan terhadap fluks permeat Permeabilitas sering disebut juga sebagai kecepatan permeat atau fluks adalah ukuran kecepatan suatu spesi melewati membran persatuan luas dan waktu dengan gradien tekanan sebagai gaya pendorong. Fluks ( $J_v$ ) dirumus sebagai berikut:

$$J_v = \frac{V}{A \cdot t \cdot P}$$

keterangan:

- $J_v$  = fluks volume ( $L/m^2 \text{ atm jam}$ )
- $V$  = Volume permeat (L)
- $A$  = luas membran ( $m^2$ )
- $t$  = waktu (jam)
- $P$  = tekanan (atm)

Pada penggunaan membran poliamida variasi tekanan yang dipakai adalah 0,1 dan 0,2 atm. Sedangkan membran selulosa asetat variasi tekanannya 0,5 dan 0,6 atm. Tekanan yang diberikan akan berpengaruh terhadap kepadatan atau kekompakan, porositas dan permeabilitas membran. Jika tekanan diperbesar pada membran yang sama maka kecepatan permeasi melalui membran bertambah, demikian pula sebaliknya. Karena faktor yang mempengaruhi permeabilitas adalah jumlah dan ukuran pori, interaksi antara membran dan larutan umpan, viskositas larutan serta tekanan dari luar.

#### Kesimpulan

Dari pembahasan yang dilakukan terhadap permasalahan yang diajukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Teknologi pemisahan membran dapat diterapkan untuk pengolahan limbah cair industri pulp dan kertas. Membran yang digunakan adalah membran poliamida yang merupakan membran ultrafiltrasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Water Works Association. *Water Quality and Treatment*. Fourth Edition. Mc Graw-Hill.
- Arifin, E. Zaenal. 1998. *Dasar-Dasar Penulisan Karangan Ilmiah*. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Dahlan, M. Hatta, 2002. *Teknologi Pemisahan Membran*. Palembang: Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- Dickenson, Christopher. *Filters and Filtration Handbook*. Third Edition.. Elsevier Advanced Technology. FBIM