

**KARYA ILMIAH**

**ULTRAFILTRASI LIGNIN  
PROSES KRAFT**

**DISUSUN OLEH**

**TENGGU FAISAL ZULKIFLI HAMID, ST**

**NIDN : 01-0806-7501**



**STAF PENGAJAR  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
MEDAN  
2008**

**KARYA ILMIAH**

**ULTRAFILTRASI LIGNIN  
PROSES KRAFT**

**DISUSUN OLEH**

**TENGGU FAISAL ZULKIFLI HAMID,ST**



**STAF PENGAJAR  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
MEDAN  
2008**

## ABSTRAK

*Salah satu proses pemisahan yang didasarkan atas perbedaan ukuran molekul dalam larutan terpolidispersi adalah pemisahan dengan membran ultrafilter. Ultrafilter lignin proses kraft telah dilakukan untuk konsentrasi 100; 50; 25; dan 10 g/l masing-masing dengan pH 13,8; 13; 12; dan 10. Koefisien penolakan membran terhadap larutan yaitu R akan bertambah besar bersama naiknya tekanan ultrafiltrasi untuk konsentrasi 100 – 25 g/l. Ini menunjukkan bahwa lapisan gel yang terbentuk bersifat kompresibel. Untuk konsentrasi 10 g/l, nilai R relatif konstan tetapi pengaruh pH terhadap R nampak paling jelas untuk konsentrasi ini. Untuk tiga konsentrasi lainnya nilai R pada berbagai pH menunjukkan kecenderungan yang berlainan bersama naiknya tekanan ultrafiltrasi.*

## KATA PENGANTAR

Puji beserta Syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah dengan judul “ **ULTRAFILTRASI LIGNIN PROSES KRAFT** “.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan. Hal ini disebabkan keterbatasan ilmu yang Penulis miliki, sehingga dalam penyelesaiannya Penulis menemui berbagai kesulitan meskipun pada akhirnya dapat diselesaikan. Karena itu, dengan hastrat menghasilkan yang terbaik, Penulis mengharapkan saran-saran yang membangun serta kritik yang sehat demi kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini.

Akhirnya Penulis berdo'a dan berharap, semoga Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat bagi Penulis dan juga dapat menjadi sumbangsih Penulis buat masyarakat.

Medan,           Maret 2008

Penulis,

Tengku Faisal Zulkifli Hamid,ST

## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
BAB I PENDAHULUAN .....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Lignin Proses Kraft .....	3
2.2 Karakteristik Membran Ultrafilter .....	4
BAB III PROSES MEMBRAN ULTRAFILTRASI .....	6
3.1 Koefisien Penolakan Membran .....	6
3.2 Polarisasi Konsentrasi .....	6
3.3 Pemisahan Lignin dengan Larutan Pemutih (ClO <sub>2</sub> ) .....	7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	8

BAB V PENUTUP .....	16
5.1 Kesimpulan .....	16
5.2 Saran .....	16
DAFTAR PUSTAKA .....	17

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Tekanan Vs Koefisien Penolakan Membran pada Konsentrasi 100 g/l .....	11
Gambar 3.2 Tekanan Vs Koefisien Penolakan Membran pada Konsentrasi 50 g/l .....	12
Gambar 3.3 Tekanan Vs Koefisien Penolakan Membran pada Konsentrasi 25 g/l .....	13
Gambar 3.4 Tekanan Vs Koefisien Penolakan Membran pada Konsentrasi 10 g/l .....	14

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Proses pemisahan merupakan bagian dari proses industri yang bertujuan untuk pemurnian, pemekatan atau lainnya. Pemisahan yang efisien dan efektif dilakukan dengan memanfaatkan perbedaan sifat komponen dalam campuran, misalnya perbedaan titik didih, ukuran partikel, massa jenis atau sifat reaktifitas terhadap zat tertentu.

Untuk larutan yang tidak stabil atau kompresibel atau memiliki ukuran zat terlarut yang sangat halus dengan diameter  $> 10 \mu$  maka cara yang dipandang paling sesuai untuk saat ini adalah pemisahan skala molekuler menggunakan membran ultrafilter. Ukuran pori membran didasarkan pada berat molekul maksimum dari bahan yang dapat melalui membran tersebut yang dinyatakan dalam MWCO (Molecular Weight Cut-Off) (Rudatin, 1990).

Lindi hitam proses kraft yang merupakan limbah industri pulp dan kertas merupakan larutan terpolidispersi yang tidak stabil. Upaya pemanfaatan lignin yang terkandung di dalam pulp akan dapat ditingkatkan setelah kelakuan makromolekul ini dapat diketahui dengan baik. Pemisahan skala molekuler terhadap larutan ini yang telah dikondisikan pada berbagai pH dan konsentrasi dapat menjelaskan tingkat asosiasi molekul ligninnya, serta sifat kompresibilitas gel yang terbentuk pada ultrafiltrasi.



Dalam makalah ilmiah ini akan dibahas penggunaan ultrafiltrasi untuk memisahkan lignin dari proses kraft, sebagai pembanding digunakan proses pemisahan dengan menggunakan chlor dioksida.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Lignin Proses Kraft**

Lignin proses kraft merupakan senyawa organik yang terbentuk selama proses pemasakan pulp dengan proses kraft. Reaksi yang terjadi selama pemasakan cukup kompleks, maka keberadaan senyawa anorganik dalam lindi hitam sulit untuk diperkirakan secara sederhana, baik jumlah maupun konfigurasi dalam persenyawaan. Senyawa tersebut terikat dalam lignin dengan berat molekul (BM) tinggi, sedangkan berat rata-rata molekul lignin kayu lunak adalah sekitar 20.000, sedangkan untuk kayu-kayu keras berat molekulnya lebih rendah dari kayu lunak (Sastrohamidjojo, 1995), sehingga dengan berat molekul tersebut, lignin mampu dipisahkan oleh membran ultrafiltrasi yang memiliki MWCO 1000 – 60.000. Distribusi berat molekul dapat ditunjukkan oleh kromatogram larutan tersebut yang sekaligus menjelaskan komponen makromolekul yang berasosiasi pada berbagai kondisi larutan.

Sebagai makromolekul, lignin proses kraft memiliki tingkat asosiasi yang tergantung pada banyak faktor luar maupun faktor dalam, berupa gugus-gugus senyawa anorganik yang terdapat padanya. Uraian mengenai asosiasi lignin proses kraft kebanyakan dilandaskan pada penentuan berat molekulnya secara tidak langsung.

Hal ini ditunjukkan melalui percobaan membran ultrafiltrasi dan SEC (Size Exclusion Chromatography). Membran tersebut mampu menahan semua fraksi lignin proses kraft terasosiasi dan membiarkan fraksi yang tidak terasosiasi lolos sebagai permeat (Rudatin, 1990).

Kandungan lignin dalam pulp dapat menyebabkan gangguan pada penyerapan sinar (warna). Besarnya kandungan lignin di dalam pulp menyebabkan warna dari kertas kelihatan kotor (kertas tidak putih). Untuk mencapai derajat putih yang dapat diterima, lignin tersisa harus dihilangkan dari pulp atau dibebaskan dari gugus-gugus yang menyerap sinar kuat (kromofor) sesempurna mungkin.

## **2.2 Karakteristik Membran Ultrafilter**

Membran ultrafiltrasi adalah suatu proses membran yang dapat memisahkan berbagai zat terlarut dengan Bm (berat molekul tinggi), aneka koloid, mikroba, sampai padatan tersuspensi dari cairan. Proses membran ini dimana pelarut dilewatkan melalui selaput membran dengan menggunakan tekanan sehingga larutan mikronya terhalangi oleh membran (Hartono & Widiatmoko, 1994).

Membran ultrafiltrasi dibuat dari berbagai bahan polimer dan anorganik berukuran 10 - 2000 Å. Membran ultrafiltrasi memiliki MWCO antara 1000 - 60.000 dan dapat dibuat dengan mencetak polimer selulosa asetat (CA) sebagai lembaran tipis. Membran CA mempunyai sifat pemisah yang bagus, namun sayangnya dapat dirusak oleh bakteri dan zat kimia, serta rentan pH.

Tekanan sistem UF (ultrafiltrasi) biasanya rendah, 10 – 100 psi (70 – 700 kPa), maka dapat menggunakan pompa sentrifugal biasa. Membran UF berciri-ciri aliran lintang (cross flow) di permukaan membran, jadi tidak tegak lurus seperti filtrasi biasa, agar laju alirnya terjaga (Hartomo & Widiatmoko, 1994). Efektifitas membran terhadap larutan tertentu dinyatakan oleh kemampuan membran dalam meneruskan fraksi molekul yang terlarut, dan disebut permeabilitas yang merupakan fungsi diameter pori membran dan diameter molekul zat yang terlarut (Rudatin, 1990).

Proses menggunakan membran ultrafiltrasi memiliki sejumlah keunggulan seperti standar olahan yang lebih baik, mampu memisahkan bahan yang memiliki berat molekul yang tinggi, komponen dan desain ultrafiltrasi relatif lebih murah karena dapat beroperasi pada tekanan rendah dengan konsumsi energi yang rendah pula.

## BAB III

### PROSES MEMBRAN ULTRAFILTRASI

#### 3.1 Koefisien Penolakan Membran (R)

Fenomena ultrafiltrasi juga dapat dideteksi melalui nilai koefisien penolakan membran (R) terhadap suatu larutan dengan konsentrasi tertentu ( $C_b$ ).

Untuk operasi dengan fluks konstan, nilai R dapat dihitung dengan memanipulasi perhitungan neraca massa yang menghasilkan korelasi  $R = 1 - (C_p/C_b)$ . Nilai R membran untuk masing-masing komponen larutan terpolidispersi berbeda menurut persamaan  $R_i = 1 - (C_{p_i}/C_{b_i})$ .

Nilai  $C_{p_i}$  dan  $C_{b_i}$  dapat ditentukan melalui khromatogram hasil SEC (Size Exclusion Chromatography) terhadap permeat dan larutan induk. Nilai R yang didapat nanti menunjukkan besarnya kemampuan membran ultrafiltrasi dalam pemisahan lignin proses kraft. Semakin tinggi nilai R maka kemampuan membran ultrafiltrasi dalam pemisahan lignin semakin tinggi pula (Rudatin, 1990).

#### 3.2. Polarisasi Konsentrasi

Polarisasi konsentrasi menyebabkan gejala terlarut berkumpul pada permukaan membran, membentuk gel. Lapisan itu makin menebal sehingga tahanan hidrauliknya mengurangi fluks. Polarisasi ditekan dengan menambah turbulensi (golakan) serta shear (geseran) aliran dekat permukaan, mengurangi tekanan, mengurangi kadar makro terlarut (BM tinggi), mempertinggi suhu, dan memperbesar kelarutan makro molekul (Hartono & Widiatmoko, 1994).

Tekanan osmosa yang terbentuk pada ultrafiltrasi larutan makromolekul dan koloid biasanya relatif kecil, sedangkan fraksi larutan yang tertahan di atas membran akan membentuk gel yang berkelakuan sebagai membran dinamis. Jadi satu-satunya faktor yang mengontrol operasi ultrafiltrasi adalah mekanisme transfer massa (diffusi) fraksi larutan yang ditahan diatas membran dari gel kembali ke larutannya. Anggapan yang biasa diambil adalah bahwa lapisan gel akan tumbuh dengan konsentrasi  $C_g$  yang konstan yang biasa dikenal dengan polarisasi konsentrasi.

Polarisasi konsentrasi mulai terbentuk bila tekanan ultrafiltrasi mulai meningkat yang akan mengakibatkan penyimpangan korelasi nilai tekanan terhadap fluks yang semula linier menjadi tidak linier. Fluks didefinisikan sebagai kecepatan permeat (filtrat) per satuan luas permukaan membran.

### **3.3 Pemisahan Lignin dengan Larutan Pemutih (Chlor Dioksida)**

Pada industri pulp dan kertas, lignin dipisahkan dari pulp setelah proses pemasakan. Pemisahan ini biasanya menggunakan larutan pemutih chlorin. Meskipun harganya termasuk tinggi, chlor dioksida ( $ClO_2$ ) memiliki selektifitas delignifikasi yang tinggi. Pada proses ini akan terbentuk produk-produk reaksi yang berbahaya dan berchlor tinggi yang terdapat pada hasil reaksi (Sjostrom, 1995).

## BAB IV

### PEMBAHASAN

Secara umum koefisien penolakan ( $R$ ) membran terhadap semua larutan yang diuji menunjukkan kenaikan bersama naiknya tekanan di daerah polarisasi konsentrasi tinggi ( $H_I - C_P$ ). Pada tabel 3.1 menunjukkan konsentrasi permeat ( $C_p$ ), fluks ( $J$ ) dan koefisien penolakan ( $R$ ) pada ultrafiltrasi untuk Daerah Polarisasi Konsentrasi Tinggi. Gejala ini terutama nampak jelas pada konsentrasi 100g/l, 50g/l dan 25g/l untuk semua pH yang diteliti. Pada konsentrasi 10 g/l nilai  $R$  relatif tetap.

Naiknya nilai  $R$  menunjukkan bahwa konsentrasi permeat  $C_p$  menurun bersama naiknya tekanan, meskipun nilai fluks tetap. Apabila lapisan gel bersifat tidak kompresibel, maka kenaikan nilai  $R$  kemungkinan besar disebabkan oleh penyempitan pori-pori membran yang biasa disebut fouling akibat penyumbatan fraksi molekul pada pori-pori tersebut. Dalam hal ini fluks akan menurun.

Apabila lapisan gel bersifat kompresibel maka kenaikan nilai  $R$  disebabkan oleh deformasi rongga pada gel akibat tekanan. Ini mengakibatkan tertahannya sebagian fraksi zat terlarut dengan ukuran yang lebih kecil daripada pori membran dalam jumlah yang lebih banyak.

Tabel 3.1 Konsentrasi Permeat (Cp), Fluks (J), dan Koefisien Penolakan (R) pada ultrafiltrasi untuk Daerah Polarisasi Konsentrasi Tinggi (HI-CP).

Konsentrasi g/l	P kPa	pH = 13,8			pH = 13,0			pH = 12,0			pH = 10,0		
		Cp	J	R	Cp	J	R	Cp	J	R	Cp	J	R
100 g/l	48,3	72,4	16	0,339	70,6	9,7	0,304	66,3	12,3	0,337	-	-	-
	68,9	65,1	13,5	0,376	61,5	10,3	0,453	38,7	12,3	0,524	-	-	-
	103,4	58,8	12,6	0,435	54,5	9,9	0,516	37,6	11,7	0,635	-	-	-
50 g/l	68,9	23,0	20,5	0,537	27,8	28,2	0,467	27,1	22,2	0,457	28,8	25,1	0,489
	103,4	22,0	21,4	0,557	24,0	30,2	0,540	22,0	23,1	0,559	24,7	27,9	0,562
	137,9	18,5	20,8	0,628	21,3	30,5	0,592	20,0	22,3	0,599	22,1	26,0	0,608
	172,4	17,0	20,5	0,658	20,5	30,7	0,607	17,0	22,0	0,659	21,1	24,4	0,626
25 g/l	68,9	12,9	37,2	0,469	11,6	44,3	0,581	10,8	47,8	0,600	5,3	29,2	0,849
	103,4	11,0	39,1	0,547	10,3	47,2	0,628	7,4	49,7	0,632	3,8	28,4	0,892
	137,9	9,6	41,1	0,605	9,4	48,1	0,661	6,8	49,1	0,692	3,1	26,3	0,912
	172,4	9,0	37,4	0,629	8,9	46,8	0,679	5,7	48,5	0,714	3,0	28,0	0,915
	206,8	8,1	34,9	0,659	8,6	47,2	0,690	5,3	47,0	0,762	2,3	25,0	0,934
10 g/l	68,9	7,8	65,6	0,001	9,5	117,8	0,220	5,5	65,6	0,461	5,4	43,3	0,245
	137,9	7,0	89,3	0,032	9,7	117,8	0,300	4,9	89,3	0,524	4,0	49,0	0,431
	206,8	7,3	98,6	0,116	8,4	119,8	0,270	5,2	98,6	0,535	3,3	51,6	0,518
	275,8	6,9	102,7	0,168	7,9	118,9	0,310	4,9	102,7	0,524	2,9	53,6	0,563

Sumber : Berita Selulosa, Vol. XXVI, No 4, 1990

Konsentrasi permeat akan menurun sementara fluks relatif tetap karena membran tidak mengalami "fouling". Diduga bahwa sifat kompresibilitas gel berkaitan dengan struktur molekul lignin terasosiasi yang bersifat fleksibel dan pengaruh konsentrasi yang membuat larutan bersifat koloid. Hal ini dimungkinkan nila ikatan hidrogen yang terbentuk belum mencapai maksimum karena jumlah H<sub>2</sub>O yang terbatas pada konsentrasi tinggi.

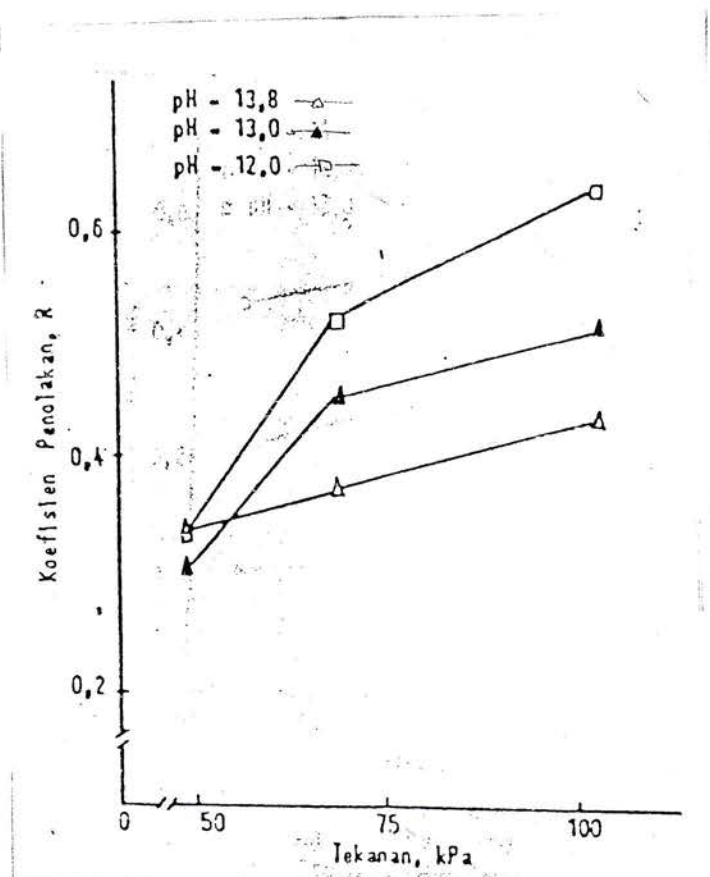


Pada konsentrasi 10 g/l tidak bersifat kompresibel karena struktur lignin terasosiasi terbentuk telah memiliki ikatan hidrogen yang sempurna akibat jumlah H<sub>2</sub>O yang berlebihan dalam larutan. Diduga bahwa makromolekul yang terbentuk menjadi kurang fleksibel.

Nilai R juga naik bersama turunnya konsentrasi dari 100 g/l sampai 25 g/l untuk semua pH yang diteliti. Sedangkan pada konsentrasi 10 g/l diperoleh nilai R yang relatif lebih kecil terutama pada pH yang tinggi. Dengan demikian dapat diketahui bahwa aktifitas asosiasi molekul yang menaikkan nilai R ternyata berlangsung lebih baik pada konsentrasi yang lebih rendah untuk rentang konsentrasi 100 g/l sampai 25 g/l sesuai dengan besarnya kemungkinan pembentukan ikatan hidrogen.

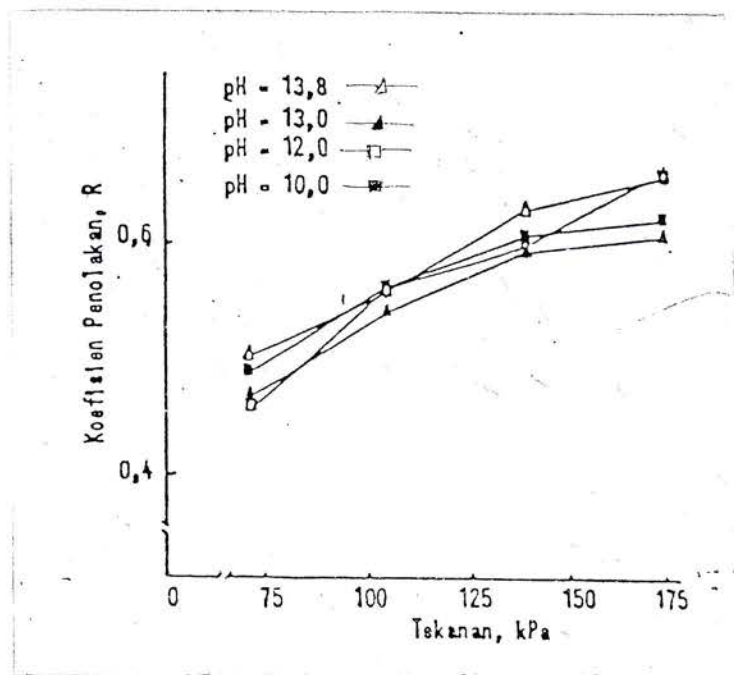
Pada Grafik 3.1 menunjukkan bahwa turunnya pH memberikan kecenderungan kenaikan R yang berbeda-beda untuk tiap konsentrasi. Untuk konsentrasi 100 g/l perbedaan R antara pH yang berlainan menjadi lebih besar pada kenaikan tekanan sehingga grafiknya menyerupai kipas. Nilai R dari semua pH masih sama pada  $P = 49$  kPa. Diduga bahwa lignin proses kraft berbeda pada pH yang berlainan telah berpengaruh terhadap kompresibilitas lapisan gel yang terbentuk. Akibatnya kenaikan nilai R pada masing-masing pH berbeda-beda pada perlakuan tekanan yang bervariasi.

Untuk konsentrasi 50 g/l pengaruh pH tidak tampak nyata terhadap R. Hal ini dapat ditunjukkan pada Grafik 3.1. Kenaikan tekanan mengakibatkan kenaikan R yang sama pada semua larutan. Jadi pH tidak berpengaruh terhadap kompresibilitas lapisan gel.



Grafik 3.1 Tekanan vs Koefisien Penolakan Membran pada konsentrasi 100 g/l

Sumber : Berita Selulosa, Vol. XXVI, No 4, 1990

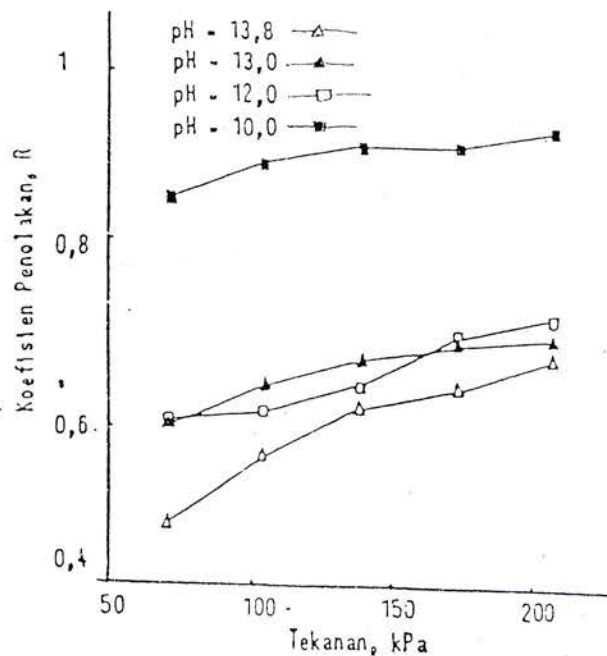


Grafik 3.2 Tekanan vs Koefisien Penolakan Membran pada konsentrasi 50 g/l

Sumber : Berita Selulosa, Vol. XXVI, No 4, 1990

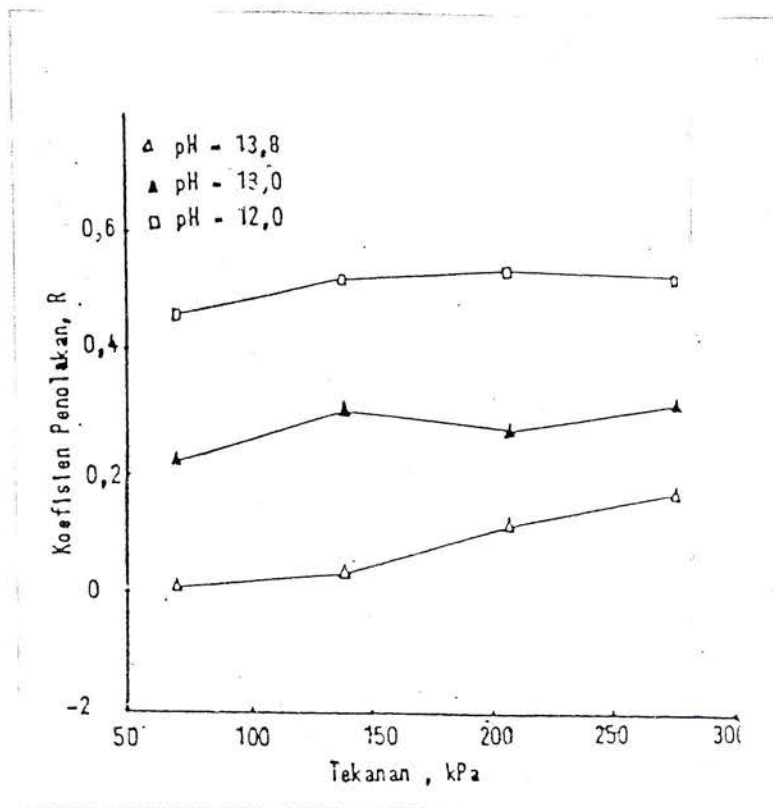
Pada Grafik 3.3 pengaruh pH baru tampak jelas pada konsentrasi 25 g/l dan pH = 10 yang memberikan nilai R yang lebih tinggi daripada pH yang lain. Kondisi pada pH = 13,8 – 12,0 masih serupa dengan konsentrasi 50 g/l. Jadi aktifitas asosiasi molekul pada pH = 10 meningkat banyak, tetapi kompresibilitas gelnya sama untuk semua pH.

Untuk larutan dengan konsentrasi 10 g/l pengaruh pH tampak jelas terhadap R. Hal ini dapat ditunjukkan pada Grafik 3.1. Reaksi asosiasi relatif kecil pada pH = 13,8 dan mulai meningkat bersama turunnya pH. Pengaruh tekanan hampir tidak ada, sehingga lapisan gel yang terbentuk relatif tidak kompresibel.



Grafik 3.3 Tekanan vs Koefisien Penolakan Membran pada konsentrasi 25 g/l

Sumber : Berita Selulosa, Vol. XXVI, No 4, 1990



Grafik 3.4 Tekanan vs Koefisien Penolakan Membran pada konsentrasi 10 g/l

Sumber : Berita Selulosa, Vol. XXVI, No 4, 1990

Dari Grafik 3.1 - 3.4 terlihat jelas perbedaan nilai R. Nilai R yang paling tinggi ditunjukkan pada Grafik 3.3 dengan konsentrasi 25 g/l dan pH = 10. Terlihat bahwa keadaan tersebut memberikan nilai R yang cukup besar yaitu 0,934. Ini berarti bahwa kemampuan membran ultrafiltrasi dalam memisahkan lignin adalah sebesar 93,4 %.

Pada pemisahan pembeding yaitu yang menggunakan Chlor dioksida, elektrofil dan oksidan yang selektif dari chlor dioksida menyerang terutama lingkarringkar aromatik dengan gugus-gugus hidroksifenol bebas, yang merupakan jumlah yang cukup banyak dalam lignin sisa setelah pembuatan pulp kraft. Produk-produk reaksi mirip dengan struktur-struktur asam mukonat seperti yang dihasilkan oleh klorinasi, tetapi hanya sedikit terklorinasi. Namun tipe oksidasi ini sendiri tidak dapat menerangkan efektifitas delignifikasi chlor dioksida. Diketahui bahwa asam hipoklor dihasilkan dari klor dioksida sebagai produk reaksi. Pereaksi-pereaksi tersebut mungkin berperan dalam delignifikasi dan pelarutan lignin sisa. Derajat putih dari pulp yang dihasilkan dengan penggunaan  $\text{ClO}_2$  adalah 90 – 92 % (Sastromidjojo, 1995).

Walaupun bahan-bahan pengelantangan ini ( $\text{ClO}_2$ ) dapat menghilangkan lignin tetapi bahan-bahan kimia pengelantangan sangat mahal dan pembentukan produk-produk reaksi sangat berbahaya dan mengganggu lingkungan, sehingga limbah yang dihasilkan perlu penanganan yang lebih serius sebelum dibuang ke lingkungan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Dari hasil uraian pada bab-bab sebelumnya dapat diambil suatu kesimpulan dan saran sebagai berikut :

#### **5.1 Kesimpulan**

- Penggunaan ultrafiltrasi lebih baik dibandingkan dengan penggunaan chlor dioksida
- Peralatan yang digunakan lebih sederhana.
- Dapat digunakan pada variasi konsentrasi dan pH tertentu.
- Tidak hanya lignin yang dapat dipisahkan, tetapi senyawa-senyawa lain juga mampu dipisahkan.
- Dapat memisahkan lignin sampai sebesar 93,4 % dari pulp.
- Tidak terjadi pembentukan produk reaksi yang mengganggu proses selanjutnya.

#### **5.2 Saran-saran**

Perlu kiranya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang proses ultrafiltrasi pada skala yang lebih besar untuk mendapatkan hasil-hasil yang lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hartono, A.J dan Widiatmoko, M. C., (1994), "*Teknologi Membran Pemurnian Air*", Penerbit Andi Offset Yogyakarta.
- Maimun, T., (1996), "*Ultrafiltrasi Water and Waste Water Treatment Opportunities and Its Economic Assesment*", Proceeding Temu Ilmiah V, PPI-Jepang.
- Rudatin, S., (1990), "*Berita Selulosa*", Vol. XXVI, No. 4.
- Sastrohamidjojo, H., (1995), "*Kimia Kayu*", Gajah Mada Universitas Press, Yokyakarta