

# KAJIAN PENGARUH FOULING PADA PEMURNIAN NIRA TEBU

I Wayan Warsa

Jurusan Teknik Kimia

UPN "Veteran" Jawa Timur Surabaya Kode Pos 60295 Tlp.(031) 8782179

## Abstrak

*Pemurnian nira tebu merupakan awal dari proses produksi di industri gula. Tujuan dari pemurnian nira ini adalah untuk menghilangkan kandungan TSS (Total Suspended Solid) dari nira. Penelitian ini menggunakan proses ultrafiltrasi dalam memisahkan TSS yang terkandung dalam nira tebu. Salah satu faktor utama yang membatasi proses ultrafiltrasi pada berbagai aplikasi adalah fouling pada membran. Fouling pada membran sendiri sering diindikasikan sebagai penurunan fluks. Pada penelitian inidihitungnya besarnya fluks yang terjadi pada proses pemurnian nira tebu dengan berbagai tekanan operasi.*

*Ternyata penurunan fluks secara drastis terjadi pada menit-menit awal operasi (menit 10-60), yang kemudian diikuti dengan nilai fluks yang konstan. Hal ini terjadi karena pori-pori membran yang semula kosong kemudian tertutupi oleh TSS yang tersaring.*

**Kata kunci:** Nira Tebu, Fouling, TSS

## Abstract

*Cane sugar juice purification is the beginning of production process in sugar Industry. The aim oh this investigation is to remove the amount of TSS of cane sugar juice. This research uses Ultrafiltration process in separating the TSS in cane sugar juice. One of the main factor tha limit the Ultrafiltration process at various application is fouling on membrane. Fouling on membrane itself is commonly indicated which happen at cane sugar juice purification process with various operation process is counted.*

*Drastic reduction of fluxes happen at the early minutes of operation (minutes 10 – 60), which is followed by constant fluxes amount. This happens because the pores of the membrane which was empty at the beginning become closed with filtrated TSS.*

**Key Words ;** Cane sugar juice, Fouling, TSS

## Pendahuluan

Industri gula dari bahan tebu sudah ada sejak jaman dahulu. Secara konvensional gula diproduksi dengan alur sebagai berikut : Tebu dari ladang dikirim ke unit penggilingan untuk dipisahkan antara cairan nira dengan ampasnya (bagas). Kemudian dengan cara bertahap nira mentah tersebut diproses untuk dimurnikan, tujuan dari proses pemurnian ini adalah untuk menghilangkan komponen bukan gula yang terdapat dalam nira mentah (*mix juice*) sebanyak-banyaknya dari stasiun gilingan dengan menekan kerusakan sukrosa yang terjadi selama proses pemurnian ini sehingga dihasilkan nira jernih (*clear juice*) yang baik dan kemurniannya tinggi. Pada umumnya pemurnian nira tebu menggunakan penambahan bahan pembantu dalam prosesnya. Seperti halnya proses defikasi merupakan proses dengan penambahan susu

kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ke dalam nira tebu. Proses sulfitasi berupa penambahan gas  $\text{SO}_2$  dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Serta proses karbonatasi dengan penambahan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , gas  $\text{CO}_2$ , dan sedikit gas  $\text{SO}_2$ . Penelitian dengan teknologi membran khususnya untuk penjernihan dan pemurnian nira terus dilakukan. Membran serat berongga asimetrik polisulfon (PSF) berhasil menurunkan kadar kekeruhan nira tebu encer hingga 83 % – 90 %, serta gula yang tertahan berkisar 3 % – 4,5 % (*Iskandar, 1992*). Salah satu metode teknologi membran adalah proses ultrafiltrasi yang merupakan alternatif untuk menggantikan proses-proses yang selama ini digunakan. Salah satu hambatan yang sering terjadi pada membran adalah fouling atau penyumbatan pada pori membran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fouling pada proses penjernihan nira tebu menggunakan membran ultrafiltrasi.

## Nira Tebu

Nira tebu merupakan cairan hasil perasan yang diperoleh dari penggilingan tebu yang memiliki warna coklat kehijauan. Nira tebu selain mengandung gula, juga mengandung zat-zat lainnya (zat non gula).

**Tabel 1. Komposisi kandungan gula dan non gula dalam nira tebu**

Komponen	Prosentase (%)
Gula – Sukrosa	11 - 19
Gula reduksi	0,5 – 1,5
Zat anorganik	0,2 – 0,6
Zat organik	0,5 – 1
Serabut	11 - 19
Air	77 - 88

(Widyastuti)

Bahwa kandungan sukrosa dalam batang tebu berlainan dipengaruhi oleh :

- Cara pemeliharaan (pemberian pupuk, air, dan lain-lain)
- Jenis tebu
- Iklim
- Umur tebu

## Proses Membran

Kata membran berasal dari bahasa Latin “*membrana*” yang berarti potongan kain. Saat ini istilah membran didefinisikan sebagai lapisan tipis (film) yang fleksibel, pembatas antara 2 fasa yaitu fasa umpan dan fasa permeat. Membran dapat tebal dan tipis dengan struktur yang homogen atau heterogen, berupa padatan ataupun cairan. Membran berfungsi sebagai agent pemisah yang selektif berdasarkan atas perbedaan koefisien difusivitas, arus listrik, atau kelarutan.

## Ultrafiltrasi

Merupakan proses bertekanan untuk memisahkan (atau memekatkan) larutan yang mengandung koloid dan bahan berberat molekul tinggi. UF menahan zat tak ionik tetapi meloloskan zat ionik tergantung BM batas (cut off) membrannya. Cut off membran itu spesifik membran yang menggambarkan rejeksi terlarut tertentu atau menentukan spesi yang tertahan bila BM-nya lebih besar daripadanya. Batas BM itu tidak tajam sekali tetapi tergantung pula pada ukuran, bentuk, dan muatan partikel. Penyaring (sieve) molekul terlarut demikian sanggup menghilangkan zat 10 sampai 1000 kali lebih kecil daripada filter membran mikropori biasa.

## Fouling

Permasalahan yang selalu terjadi pada proses pemisahan dengan menggunakan teknologi membran yaitu terjadinya penyumbatan (*fouling*) yang menyebabkan terjadinya penurunan *fluks* permeat.

Penyumbatan terjadi karena terjadinya pengumpulan material di dekat atau dalam membran yang menurunkan permeabilitas membran dengan cara menutupi atau mengecilkan pori. Teknik pencucian balik merupakan teknik yang paling umum digunakan dalam proses penghilangan zat pengotor (*fouling*) yang terakumulasi dipermukaan membran.

## Metodologi Penelitian

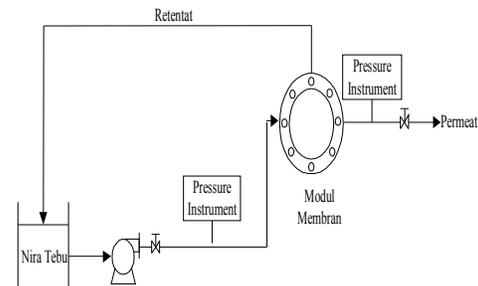
### Bahan-bahan Yang Dipakai

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain nira tebu sebagai larutan umpan, serta aquadest sebagai bahan pencuci membran

### Alat-alat Yang Dipakai

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan seperangkat peralatan ultrafiltrasi. Sistem ini terdiri atas suatu modul membran *plate and frame*, membrane ultrafiltrasi (Cellulosa Acetat, diameter pori 0,46  $\mu$  m), valve, pompa, labu umpan, unit-unit pengukur tekanan. Serta alat-alat lain, seperti: stopwatch, gelas ukur, elemeyer, dan becker glass.

### Gambar Alat



**Gambar 1. Rangkaian Alat proses Ultrafiltrasi**

## Variabel

### Variabel Yang Ditetapkan

1. Jenis Membran : Plate and frame
2. Bahan Membran : Cellulosa Acetat
2. Jumlah membrane : 1 buah
3. Volume Umpan : 1 liter

### Variabel Yang Berubah :

1. Tekanan Operasi (Bar) : 0,37 ; 0,43 ; 0,49 ; 0,55 ; 0,61
2. Waktu Operasi (Menit) : 60 ; 90 ; 120 ; 150

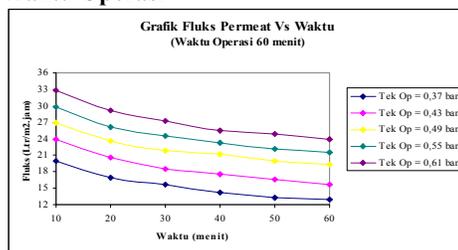
### Cara Penelitian

Proses ultrafiltrasi pada nira tebu ini dilakukan secara *batch* dengan menggunakan system *Cross-Flow*. Dengan tahap-tahap penelitian sebagai berikut :

1. Nira tebu dituangkan kedalam labu umpan.
2. Nyalakan pompa agar nira mengalir ke modul membran plate and frame.
3. Aliran dari pompa menuju membran dilengkapi dengan valve untuk mengatur tekanan operasi.
4. Permeat yang keluar dari ultrafilter dicatat volumenya tiap beberapa menit.
5. Permeat kemudian diambil untuk dianalisa.
6. Membran kemudian dicuci dengan cara backflushing selama 30 menit dengan aquadest.
7. Bandingkan kandungan TSS pada nira sebelum dan sesudah melewati membran.

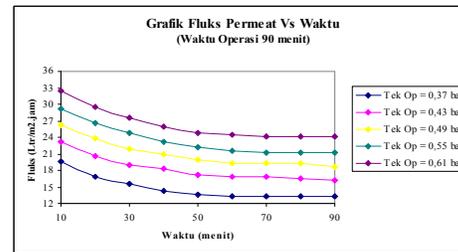
### Hasil dan Pembahasan

#### Hubungan antara Fluks Permeat dengan Waktu Operasi



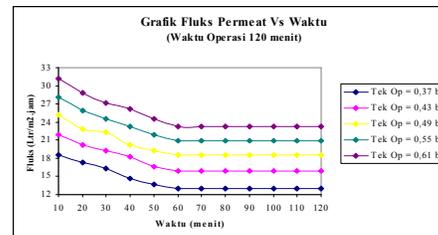
**Gambar 2. Fluks Vs Waktu pada berbagai Tekanan dengan Waktu Operasi 60 menit**

Dari gambar 2, terlihat bahwa kecenderungan penurunan fluks permeat pada awal-awal operasi yang disebabkan adsorpsi TSS yang luar biasa pada permukaan atau bagian pori membran. Fluks permeat akan semakin menurun dengan bertambahnya waktu (dari menit ke 10 s/d 60), hal ini menunjukkan bahwa pori-pori membran mulai tertutupi oleh adanya TSS yang tersaring. Dari grafik juga terlihat bahwa semakin tinggi tekanan maka akan semakin tinggi nilai fluks, adanya aliran yang tinggi yang akan mengurangi penumpukan solut pada permukaan membran sehingga memberi kesempatan pelarut murni untuk melewati membran.



**Gambar 3. Fluks Vs Waktu pada berbagai Tekanan dengan Waktu Operasi 90 menit**

Dari gambar 3, juga terlihat bahwa kecenderungan penurunan fluks permeat pada awal-awal operasi terjadi pada menit ke 10 s/d 70. Dan pada waktu lebih dari 70 menit inilah fluks permeat akan relatif konstan. Hal ini disebabkan karena mulai menit ke 70 inilah pori-pori membran mulai tertutupi seluruhnya oleh TSS yang tersaring, sehingga fluks akan konstan. Dengan kata lain waktu operasi yang terbaik pada proses ultrafiltrasi adalah pada waktu 70 menit, hal ini disebabkan karena pada waktu 10 s/d 70 menit membran benar-benar bekerja secara baik, sedangkan setelah 70 menit membran sudah tidak bekerja dengan baik dikarenakan pori-pori membran sudah penuh (fouling telah menutupi seluruh pori-pori membran).

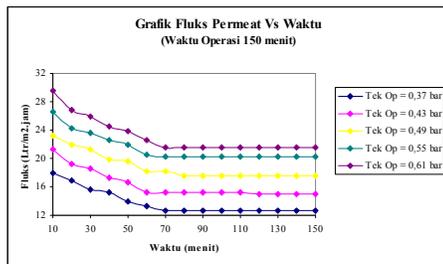


**Gambar 4. Fluks permeat vs waktu dengan berbagai tekanan (waktu operasi 120 menit).**

Pada gambar 4, fenomena yang terjadi juga hampir sama dengan grafik sebelumnya, yakni penurunan fluks permeat terjadi pada menit ke 10 s/d 70. Dan fluks permeat akan relatif konstan pada waktu lebih dari 70 menit.

### Gambar 5. Fluks permeat vs waktu dengan berbagai tekanan (waktu operasi 150 menit)

Pada gambar 5, fenomena yang terjadi juga hampir sama dengan grafik sebelumnya yakni penurunan fluks permeat terjadi pada menit ke 10 s/d 70. Dan akhirnya pada menit ke 70 dan seterusnya fluks permeat akan relatif konstan. Namun pada tekanan 0,61 bar fluks yang terjadi tidak berbeda jauh dengan fluks pada tekanan 0,55 bar, hal ini beda sekali dengan fluks yang terjadi pada tekanan yang lain. Hal ini disebabkan semakin tinggi tekanan menyebabkan semakin tinggi ukuran pori-pori efektif sehingga semakin



sedikit permeat yang lolos dari membran.

### Kesimpulan

1. Peningkatan tekanan operasi akan mengakibatkan peningkatan fluks pada awalnya, yang kemudian turun dengan bertambahnya waktu sampai pada waktu tertentu menunjukkan nilai fluks yang relatif konstan.
2. Selektifitas membran sangat dipengaruhi oleh harga fluks permeat.
3. Penggunaan metode pencucian secara fisik (*backflushing*) dapat mempertahankan harga fluks secara konstan selama operasi berlangsung.
4. Pada tekanan yang sama, semakin lama waktu pencucian semakin tinggi kenaikan fluksnya yaitu 20 menit.

### DAFTAR PUSTAKA

- Darmokoesoemo Handoko, Adiarto Tokok (2005). "Optimasi pembuatan membran selulose asetat untuk proses penjernihan". *Airlangga University Journal Unair*.
- De Lataillade, Jean (2003). "Penukar ion, pemurnian dengan membran dan kromatografi kontribusi unit operasi pemisahan tersebut pada perkembangan Industri gula saat ini" SEMINAR TEKNOLOGI GULA IKAGI.
3. Donovan Michael, Williams John C (2001). "Process for production of extra low color cane sugar". United States Patent 6174378.
- Jacob, S., Jaffrin, M. Y. (2007). "Purification of Brown Cane Sugar Solutions by Ultrafiltration with Ceramic Membranes: Investigation of Membrane Fouling". *Journal Separation Science and Technology*.
- Iskandar. 1992. "Pembuatan Membran Serat Berongga Polisulfon, Karakterisasi dan Penggunaannya Untuk Penjernihan Nira Tebu Encer". Bogor: Departemen Kimia ITB.
- Kaseno, Walyoadi (2000). "Penerapan Teknologi Ultrafiltrasi Membran Pada Pemurnian Nira Tebu Pada Pabrik Gula". Tangerang: Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT.
- Mulder, Marcel. 1996. "Basic Principles of Membrane Technology". Kluwer Academic Publisher.
- W, Baker. 2000. "Membrane Technology and Application". Mc Graw – Hill Companies, Inc.
- Wenten, I. G. 2001. "Teknologi Membran Industrial". Bandung.
- Widyastuti, Christina (1999). "Diklat Kuliah Teknologi Gula". Surabaya: UPN "Veteran" Jatim.