

1.3 Hasil yang Ditargetkan

Target penelitian ini adalah : untuk mendapatkan: gambaran fenomena fluk permeat terhadap tekanan dan konsentrasi bahan kimia pencucian membran; rejeksi membran; pengaruh konsentrasi, tekanan dan jenis bahan kimia pencuci terhadap Fluk Recovery (FR) dan Recovery Removal (RR).

II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN I

2.1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari kemampuan membran ultrafiltrasi dengan bahan polipropylen dengan module capillary dalam menyisihkan phopolipid dan FFA serta fluks. Efisiensi dan efektivitas berbagai *agent chemical cleaning*

2.2. Manfaat Penelitian.

Penelitian ini memberikan informasi tentang kinerja membran dan kinerja agen pencuci yang digunakan untuk mereduksi *reversible foulant*.

III. TINJAUAN PUSTAKA

3.1.Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit atau CPO Parit

Limbah ini merupakan air yang bercampur dengan minyak sawit yang lazim ditampung di kolam-kolam limbah dan bersifat non toksik karena dalam proses ekstraksi minyak sawit tidak menggunakan bahan kimia. Limbah PKS biasanya ditampung di lagon atau kolam sebelum dialirkan ke badan sungai penerima. CPO parit disebut juga *palm oil mill effluent*. Volume limbah cair sekitar dua kali lipat dari kapasitas PKS dan mengandung minyak sawit sekitar 0,5 %, sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku biodiesel. Sebagai gambaran pada tahun 2005, Indonesia memiliki 360 PKS dengan produksi TBS 71 juta ton sehingga tersedia CPO parit sebanyak 0,355 juta ton. Dengan perkiraan hilang 10% kemungkinan akan dihasilkan *FAME* sebanyak 0,320 juta ton yang dapat diolah menjadi 6,39 juta ton atau 7,039 juta liter biosolar pertahun (jenis BS yaitu campuran 5% *FAME* dan 95% petrosolar. (Prihandana R, Hendroko R dan Nuramin M, 2006). Karakteristik air limbah PKS dan komposisi kimia seperti Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1. Karakteristik air limbah PKS

Karakteristik	Air Limbah
pH	4,0-4,6
Suhu °C	50-75
Minyak(oil), ppm	5000-20.000
TS , ppm	30.000-70.000
DS, ppm	-
SS, ppm	15.000-40.000
BOD	20.000-60.000
COD	40.000-120.000
Total P, ppm	90-140
Total N, ppm	500-800

Sumber: (Naiboho.PM. 1998)

Tabel 3.2. Komposisi kimia limbah Pabrik Kelapa Sawit

Komponen	%(berat kering)
Eskstraksi dengan Ether	31,6
Protein (Nx6,25)	8,2
Serat	11,9
Ekstraksi tanpa N	34,2
Abu	14,1
P	0,24
K	0,99
Ca	0,97
Mg	0,30
Na	0,08
Energi (Kcal/100 gr)	454

Sumber: (Naiboho.PM, 1998)

Pembuangan limbah segar ke badan penerima akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, oleh sebab itu perlu dikendalikan agar sesuai

dengan persyaratan baku mutu yang diperkenankan. Baku mutu yang diizinkan menurut Keputusan Menteri Negara KLH No.Kep. 03/MENLH/II/1991 adalah seperti tabel 3.3.

Tabel 3.3 baku Mutu Limbah Kelapa Sawit

Parameter	Beban Maksimum
pH	6-9
BOD, ppm	250
COD, ppm	500
TSS,ppm	300
NH ₃ -N, ppm	20
Oil-Grease, ppm	30

Sumber: (Naiboho.PM, 1998)

3.2 Degumming secara konvensional

Proses degumming dimaksudkan untuk menghilangkan zat-zat yang terlarut atau zat-zat yang bersifat koloidal antara lain protein dan fosfatida dalam minyak mentah. Secara konvensional proses *degumming* adalah proses pembentukan flok-flok dari zat-zat terlarut serta terkoagulasinya zat-zat yang bersifat koloidal dalam minyak mentah. (Djoehana. S, 1992). Beberapa cara yang sering dilakukan untuk proses degumming adalah:

- Degumming dengan menggunakan asam, seperti: H₃PO₄, H₂SO₄ dan HCL
- Degumming dengan kostik alkali.

Proses degumming yang paling banyak digunakan dewasa ini adalah proses degumming dengan menggunakan asam. Pengaruh yang ditimbulkan oleh asam adalah penggumpalan. CPO atau CPO parit untuk bahan baku biodiesel apabila gum lebih besar dari 60 ppm harus dilakukan proses degumming. Bahan baku ditambah dengan asam fosfat (H₃PO₄ 0,6%) sebanyak 1-3% dari volume bahan baku dan diaduk selama 30 menit, lalu diendapkan. (Prihandana R, Hendroko R dan Nuramin M, 2006)

3.3 Degumming dengan membran

Prinsip pemisahan dengan membran berdasarkan ukuran dan berat molekulnya. Fungsi membran sebagai filter dimana pori pada membran dapat dilewati oleh cairan yang disebut dengan fluks membran sedangkan partikel tertahan pada permukaan membran. Proses pemisahan pada membran terjadi apabila umpan dilewatkan ke membran dengan gaya dorong tertentu maka akan dihasilkan fluks. Membran pada umumnya memiliki lapisan selektif yang sangat tipis berukuran 1 hingga 10 mikron dan didukung oleh lapisan penyangga yang sangat porous. Ukuran pori membran berkisar dari 0,01 hingga 1,0 mikron. Untuk produksi biodiesel ukuran pori membran yang bisa digunakan adalah: 0,05; 0,2; 0,5 dan 1,4 μm (Cao, 2006)

Keuntungan penggunaan teknologi membran dibandingkan dengan proses pemisahan biasa antara lain adalah operasi mudah, modulnya kompak sehingga kebutuhan tempat relatif kecil, ramah lingkungan, dan konsumsi energi relatif rendah. Namun keterbatasan membran secara umum adalah optimasi fluks, selektifitas, sensitifitas material, fouling dan dependability (Wenten, 2003). Sedangkan masalah serius sering dialami membran ultrafiltrasi adalah kecenderungan penurunan fluks yang terus menerus sepanjang waktu operasi akibat pengendapan atau perlekatan material dipermukaan membran (Rautenbach dan Albrecht, 1989).

3.4. Proses pembuatan Biodiesel dari CPO Mutu Rendah

Pada proses pembuatan biodiesel dari CPO mutu standar (FFA < 5 %), transesterifikasi dilakukan hanya satu tahap. Namun, pada proses pembuatan biodiesel dari CPO mutu rendah (FFA > 5%), transesterifikasi dilakukan dua tahap, yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Akibat dari proses ini akan terjadi blocking reaksi pembentukan metil ester (biodiesel) yaitu metanol yang seharusnya bereaksi dengan trigliserida terhalang oleh reaksi pembentukan sabun. Akibatnya, konsumsi metanol untuk pembuatan biodiesel melonjak dua kali lipat dan rendemen biodiesel menurun sebesar 20-30% (Prihandana R, Hendroko R dan Nuramin M, 2006). Penurunan kadar FFA Dari CPO mutu rendah dapat dilakukan dengan teknologi membran.

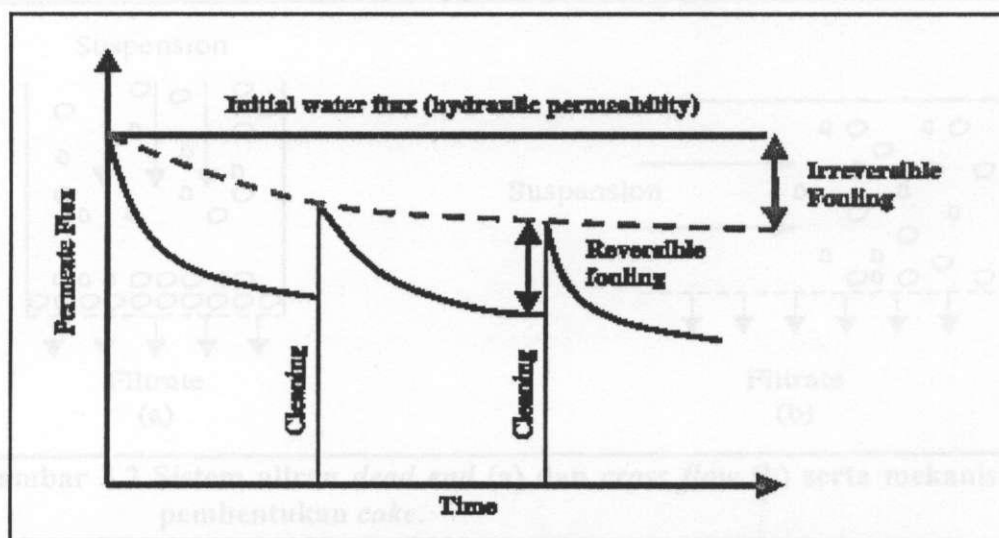
3.5 Membran Ultrafiltrasi

Membran Ultrafiltrasi umumnya diterapkan untuk memisahkan senyawa berberat molekul tinggi dari senyawa berberat molekul rendah, penggunaannya seperti industri makanan, pengolahan susu, industri farmasi, tekstil, industri kimia, industri kertas, kulit dan pengolahan limbah cair. Pori-porinya dapat terdeteksi dengan alat SEM dan kebanyakan berbentuk asimetrik, berukuran 1 - 100 μm . Tekanan yang diperlukan relatif besar antara 1 - 10 bar dengan batasan fluks mencapai 10 - 50 $\text{L/m}^2\cdot\text{jam}\cdot\text{bar}$ (Mulder, 1996).

Membran Ultrafiltrasi dapat dibuat dari berbagai bahan polimer dan zat organik (minimum berukuran 10–2000 Å), seperti polipropylen, Selulosa Asetat (CA), Polimer Polysulfon, Akrilik, Polikarbonat, PVC, Poliamida, Poliasetat, Poliakrilat, Polivilidenefluorida (Cheryan, 1986). Membran Juga dapat dibuat dari bahan Keramik, Aluminium Oksida, Zinkonium (Faibish dan Cohen, 2000).

3.6. Permasalahan pada membran

Fouling adalah penurunan fluks, baik reversibel maupun irreversibel dan material didalam umpan yang mengakibatkan penurunan fluks disebut foulant. Fenomena membran *fouling* merupakan batasan yang sangat penting pada aplikasi teknologi. Membran *fouling* mengakibatkan penurunan secara substansial terhadap kondisi awal hidraulik permeabilitas membran. Penurunan permeabilitas *reversible* (*Reversible fouling*) disebabkan adanya partikel koloid terdeposit pada permukaan dan pori membran. Sedangkan penurunan permeabilitas *irreversible* (*Irreversible fouling*) disebabkan oleh adanya partikel secara kimia fisik berikatan kuat terhadap permukaan membran maupun pori. *Reversible fouling* dan *irreversible fouling* tertera pada Gambar 3.1

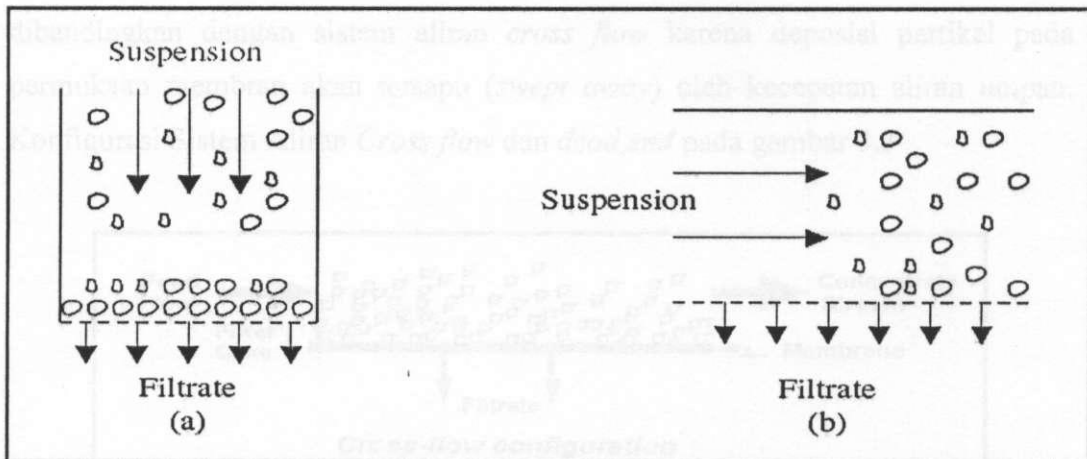


Gambar 3.1 Reversible dan Irreversible fouling pada Membran.

Sumber : Faibish dan Cohen, 2001.

Proses terjadinya *fouling* pada membran meliputi tahapan sebagai berikut: (Nilson, 1990).

- Polarisasi konsentrasi; adalah peningkatan konsentrasi lokal dari suatu solut pada permukaan membran.
- Perpindahan solut dari permukaan membran ke dalam material membran, dalam hal ini pori-pori membran, hingga antara solut yang satu dengan yang lain benar-benar teradsorpsi atau melewati langkah desorpsi atau adsorpsi yang reversibel dalam pori-pori membran.
- Adsorpsi solut pada pori membran sehingga terjadi pemblokiran ataupun penyempitan ukuran pori membran. Sistem aliran *dead end* (a) dan *cross flow* (b) serta mekanisme pembentukan *cake* dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Sistem aliran *dead end* (a) dan *cross flow* (b) serta mekanisme pembentukan *cake*.

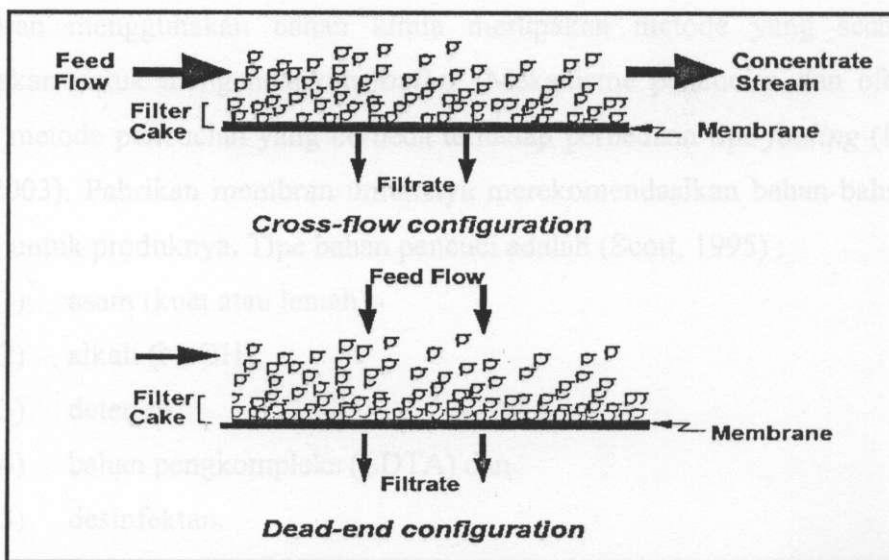
Sumber : Chapar, 2005

Fouling merupakan penyebab utama berkurangnya fluks selama pemisahan secara membran dan khususnya pada mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi (Scott, 1995). *Fouling* dapat terjadi akibat proses endapan anorganik (kerak air), adsorpsi molekul organik, endapan partikulat dan pelekatan atau pertumbuhan mikroba (*bio fouling*) (Cheryan, 1986).

3.7. Sistem Aliran.

Sistem aliran pada proses pemisahan dengan membran dikenal dua jenis aliran, yaitu aliran *dead end* dan aliran *cross flow* seperti pada gambar 2.1). Pada sistem aliran *cross flow*, arah aliran umpan paralel atau sejajar pada permukaan membran. Aliran paralel tersebut akan menghasilkan gaya geser (*shear forces*) dan atau turbulensi didekat permukaan membran sehingga pembentukan *filter cake* (deposisi partikel yang menumpuk pada permukaan membran) relatif kecil. Sedangkan Pada aliran *dead end*, keseluruhan dari fluida melewati membran (sebagai media filter) dan partikel tertahan pada membran, dengan demikian fluida umpan mengalir melalui tahanan membran dan tahanan penumpukan partikel pada permukaan membran. Dengan demikian, pada aliran *dead end* penyumbatan (*clogging*) dan pembentukan *cake* pada membran lebih cepat terjadi

dibandingkan dengan sistem aliran *cross flow* karena deposisi partikel pada permukaan membran akan tersapu (*swept away*) oleh kecepatan aliran umpan. Konfigurasi Sistem Aliran *Cross flow* dan *dead end* pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Konfigurasi Sistem Aliran *Cross flow* dan *dead end*.

Sumber : EPA, 2001.

3.8. Penanganan Fouling pada Membran.

Penanganan fouling pada membran dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain (Mulder, 1996) :

1. Perlakuan pretreatmen pada umpan;
2. Merubah properties membran;
3. Mengurangi polarisasi konsentrasi (kondisi modul dan proses); dan
4. Pencucian.

Metode pencucian membran dapat dilakukan dengan:

1. Pencucian secara hidroulik;
2. Pencucian secara mekanik;
3. Pencucian secara kimia dan
4. Pencucian secara elektrik.

3.9. Pencucian Kimiawi Membran.

Teknik-teknik untuk penghilangan (pembersihan) endapan dari membran yang mengalami *fouling* diantaranya secara kimia (menggunakan bahan kimia), mekanis (osmosis langsung, pembilasan) dan kombinasi keduanya. Pencucian membran menggunakan bahan kimia merupakan metode yang secara luas digunakan untuk mengendalikan *fouling*. Mekanisme pencucian dan efektivitas setiap metode pencucian yang berbeda terhadap perbedaan tipe *fouling* (Lim dan Bai, 2003). Pabrikan membran umumnya merekomendasikan bahan-bahan yang sesuai untuk produknya. Tipe bahan pencuci adalah (Scott, 1995) :

- 1) asam (kuat atau lemah);
- 2) alkali (NaOH);
- 3) deterjen;
- 4) bahan pengkompleks (EDTA) dan
- 5) desinfektan.

Pencucian dengan asam, efektif dalam menghilangkan kerak-kerak kalsium (seperti kalsium karbonat dan kalsium pospat) besi oksida, dan logam sulfida akan tetapi pengaruhnya terbatas pada kerak-kerak yang terbentuk oleh silika dan metal silikat dan dalam menghilangkan padatan-padatan tersuspensi biologi dan *foulant* organik lainnya. Larutan pencuci alkali (seperti pospat, karbonat dan hidroksida) digunakan untuk melepaskan, emulsi dan dispersi endapan. Efek deterjen dari *alkaline cleaner* biasanya ditingkatkan dengan penambahan surfaktan (Scott, 1995). Pencucian membran menyebabkan bahan kimia bereaksi dengan endapan, kerak, produk korosi dan *foulant* yang lainnya.

Pencucian secara kimiawi dilakukan dengan beberapa mekanisme :

- a. Pemindahan *foulant* dari permukaan membran (dengan adsorpsi kompetitif zat pembersih/*cleaning agents* seperti surfaktan).
- b. Pelarutan *foulant* (dengan mengubah kelarutan *foulant* menggunakan emulsifier, dispersan, atau *perpaizing agent*).
- c. Modifikasi struktur kimia dari *foulant* (safonifikasi dari lemak dan minyak, oksidasi dan degradasi protein, kelasi kation divalent, atau reaksi metal oksida dengan metal asam).