

PEMISAHAN PADATAN TERSUSPENSI  
LIMBAH CAIR TAPIOKA DENGAN TEKNOLOGI  
MEMBRAN SEBAGAI UPAYA PEMANFAATAN DAN  
PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN

Studi kasus : Desa Sidomukti Kec. Margoyoso Kab. Pati



Tesis

Hermain Teguh Prayitno  
L4K005032

PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2008

LEMBAR PENGESAHAN

PEMISAHAN PADATAN TERSUSPENSI  
LIMBAH CAIR TAPIOKA DENGAN TEKNOLOGI  
MEMBRAN SEBAGAI UPAYA PEMANFAATAN DAN  
PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN

Studi kasus : Desa Sidomukti Kec. Margoyoso Kab. Pati

Disusun oleh

Hermain Teguh Prayitno  
L4K005032

Menyetujui dan Mengesahkan

Penguji I

Penguji II

Ir. Danny Sutrisnanto, MEng.

Dra. Hartuti Purnaweni, MPA

Mengetahui  
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Ir. Agus Hadiyanto, MT

Dr. I Nyoman Widiasta, ST, MT

Ketua Program Studi  
Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Sudharto P Hadi, MES

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu lembaga perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan didalam tulisan dan daftar pustaka

Semarang, 10 Maret 2008

Hermain Teguh Prayitno  
L4K005032

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT. Sebab dengan berkatnya penelitian ini dapat dikerjakan dengan lancar dan baik.

Tesis ini dimaksudkan untuk menjadi salah satu penjawab permasalahan yang terus menerus ada, mengenai pencemaran lingkungan akibat beroperasionalnya sentra industri kecil tepung tapioka. Dan menjadi solusi pendekatan yang diharapkan oleh banyak pihak.

Pengelolaan lingkungan yang saya sajikan bukan hanya untuk memenuhi baku mutu lingkungan, tetapi sekaligus upaya memanfaatkan potensi yang ada pada limbah cair tapioka.

Penyelesaian tulisan ini, tidak lepas dari arahan pihak pembimbing yang masing-masing mempunyai perbedaan keahlian dan persamaan tujuan atas kualitas isi tulisan. Dan diharapkan tulisan ini mampu dipertahankan eksistensinya.

Akhir kata, kami harapkan masukan positif dari pihak penguji, pembaca dan akademisi demi kesempurnaan tulisan ini.

Semarang, Pebruari 2008

Herman teguh prayitno

## **ABSTRAK**

Permasalahan pencemaran dan upaya pemanfaatan sisa produksi tepung tapioka di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati salah satu yang belum terselesaikan adalah limbah cair 12.000 m<sup>3</sup>. RW II Desa Sidomukti seperti desa lainnya membuang limbahnya langsung ke sungai terdekat tanpa melalui pengolahan yang memadai. Besarnya bahan padatan tersuspensi yang terkandung di dalam volume limbah cair tapioka merupakan beban terberat dalam pengolahan, dan hal ini menjadi tantangan metode pengolahan fisik. Pemisahan padatan tersuspensi dengan membran ultrafiltrasi sangatlah penting diteliti dengan mengkaji aspek teknis yang difokuskan pada pengukuran konsentrasi dan volume permeat. Cara penelitian yaitu larutan umpan dialirkan pompa melewati modul membran. Tekanan diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan, dan pengambilan sampel dilakukan setelah operasi mencapai waktu yang telah ditentukan. Retentat hasil pengolahan dicatat volumenya dan dianalisa kandungan TSS nya di laboratorium. Hasil uji menunjukkan kemampuan pemisahan padatan tersuspensi sebesar 57% dengan selektifitas COD 70,49 %, padatan total yang terkandung menjadi potensi bahan baku, yaitu 16,4 gr/liter musim kemarau dan 5,69 gr/liter musim penghujan, padatan terlarut yang terkandung di dalam permeat dapat menurunkan pencemaran dan meringankan beban pengolahan air limbah berikutnya. Kajian penerapan dengan analisis SWOT menghasilkan 9 item strategi yaitu penguatan kelembagaan, kemitraan dengan pemerintah, berupaya memanfaatkan limbah cair tapioka dengan teknologi membrane ultrafiltrasi dan pengujian kandungan sianida produk retentat. Dapat disimpulkan bahwa membran ultrafiltrasi mampu memisahkan padatan tersuspensi dan upaya penerapannya dapat berfungsi dan bermanfaat.

Kata kunci : Limbah tapioka, Pemisahan padatan tersuspensi, upaya penerapannya

## **ABSTRACT**

*The problem of waste water and ways using remain production of cassava starch at Margoyoso Pati Regency. The other main problems are about the sufficient of the liquid waste management 12.000 M3. RW II Sidomukti Villaged as the other village to waste liquid direct in the river neary without through manufacture that properly. The large of material to suspended solids that implied in the volume of liquid waste cassava starch is burden the most weigt of manufacture and this matter become challege method phisis of manufacture. The separation of suspended solids with membran ultrafiltration is very important to be observed with learning technigue that is focused on cocentration of measure and permeat of volume. The research method was that is the solution to bait channelled the pump passed the membrane module. The pressure is set by using pressure regulator valve, and the taking of the sample was carried out after the operation achieved time that was determined. Retentat results treatment was recorded by his volume and was analysed by his TSS content in the laboratory. with learning application it's with SWOT analysis. Results of the test showed the separation capacity of suspended solid of 57% with selektifitas COD 70.49 %. Total solid matter that was contained to the potential for the raw material, that is 16.4 gr/litre the dry season and 5.69 gr/litre the rainy season, most protracted solid matter that was contained inside permeat could unload pollution and alleviated the burden of the processing of the following waste water. The study of the application with the SWOT analysis produced 9 item the strategy that is the institutional strengthening, the partnership with the government, made an effort to make use of the liquid waste of tapioca with technology membrane ultrafiltrasi and the testing of the content of product cyanide retentat. Could be concluded that the membrane ultrafiltrasi could separate suspended solid and his application efforts could function and be useful.*

*Key word : cassafa liquid waste, separation suspended solids, the way of applicate it's.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Umbi kayu merupakan makanan pokok nomor tiga setelah padi dan jagung. Di samping itu, ubi kayu sangat berarti dalam usaha                    penganekaragaman pangan penduduk maupun sebagai bahan baku industri, bahan makanan serta bahan pakan ternak.

Di Indonesia ubi kayu selain dipakai sebagai bahan makan penduduk, sebagian besar ubi kayu diolah secara home industri atau fabrikasi untuk pembuatan tapioka. Pada pengolahan ubi kayu ini selain dihasilkan bahan baku produk berupa tepung tapioka, juga akan dihasilkan limbah berupa limbah padat maupun limbah cair.

Pemanfaatan limbah padat tapioka sudah banyak diteliti dan       diupayakan sebagai usaha yang mempunyai nilai ekonomis, yaitu : Onggok (ampas tapioka kering) dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan saus, bahan baku pembuatan emping dan mie ampas ketela, bahan baku pembuatan kue basah, biskuit dll. Onggok kering tanpa giling dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak, membuat oncom, media Jamur Tiram Putih, pembuatan pupuk, pembuatan gas bio, dll.

Kulit dan tongkol ketela yang kotor dimanfaatkan sebagai bahan bakar batu bata merah, sedang limbah cair tapioka sisa pengendapan tapioka baru dimanfaatkan sebagai *natta de cassava*. Hal ini belum banyak dijumpai di pasar karena di samping sulit pembuatannya, dari sisi usaha diperkirakan belum diminati masyarakat pekomsuumsinya.

Di sisi lain limbah cair tapioka sangat mencemari lingkungan, antara lain di Sungai Sat, Suwatu, tercemar berat oleh BOD, COD, Fenol, total coliform tinja (Kajian Peruntukan Sungai Kab. Pati, 2004). Sungai Pangkalan yang menjadi muara limbah cair tapioka Desa Sidomukti juga tercemar dengan COD 13.413 mg/l, BOD 645 mg/l (SLHD Kab. Pati, 2007)

Kabupaten Pati sampai tahun 2007 ini baru memiliki 1 unit IPAL tapioka, yaitu di Kecamatan Margoyoso yang hanya mampu mengolah 3% dari total volume yang ada yaitu 12.000 M<sup>3</sup> per hari dengan luas lahan sekitar 1 ha.



Gambar 1.1 Foto IPAL Tapioka di Kecamatan Margoyoso

Besarnya bahan padatan tersuspensi yang terkandung di dalam volume limbah yang sangat besar, merupakan tantangan bagi pengolahan fisik (pengolahan awal) di dalam sistem IPAL. Pengolahan fisik yang umum dikenal adalah pengendapan dan filter pasir, namun belum mampu memisahkan padatan tersuspensi ringan.

Pemisahan padatan tersuspensi sangatlah penting, karena akan meringankan pengolahan berikutnya. Oleh sebab itu percobaan penggunaan membran ultrafiltrasi dalam pemisahan padatan tersuspensi sangatlah diperlukan, sehingga penelitian ini dilakukan.

## 1.2 Permasalahan

1. Pengolahan fisik (awal) pada IPAL tapioka belum mampu mengolah padatan tersuspensi ringan limbah cair tapioka
2. Kurangnya kepedulian masyarakat tentang pengolahan limbah cair sisa hasil produksinya, dibuktikan dengan IPAL percontohan buatan



pemerintah belum ditindak lanjuti masyarakat usaha untuk melengkapi, melancarkan dan merawat.

### **1.3 Perumusan masalah**

1. Membran ultrafiltrasi apakah mampu memisahkan padatan tersuspensi dan meringankan beban pengolahan berikutnya.
2. Apabila diterapkan pada masyarakat, dapatkah diterima keberadaan teknologi tersebut.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mengkaji aspek teknis (fluks dan selektifitas) pengolahan limbah cair tapioka dengan teknologi membran untrafiltrasi.
2. Mengkaji pola penerapan membran ultrafiltrasi pada masyarakat pengrajin tapioka.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

**Manfaat penelitian ini adalah :**

1. Untuk mencukupi syarat program sebagai tugas akhir di Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana UNDIP
2. Digunakan sebagai bahan pustaka stakeholder guna tindak lanjut pengelolaan lingkungan industri tepung tapioka.
3. Sebagai bahan penelitian sejenis atau pengembangan teknologi alternatif oleh Pemerintah Daerah dalam pengelolaan sentra industri tepung tapioka.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 INDUSTRI TAPIOKA**

##### **PROSES TAPIOKA**

Tapioka adalah pati yang terdapat dalam umbi kayu, biasa disebut singkong. Umbi tanpa kulit mempunyai komposisi rata-rata sebagai berikut :

- Air : 65%
- Pati : 32%
- Protein : 1%
- Lemak : 0,4%
- Serat : 0,8%
- Abu : 0,4%

Selain pati, ubi singkong mengandung gula dan sedikit asam sianida dalam kadar rendah. Asam sianida ini sebagian ada dalam bentuk asam bebas dan sebagian lagi dalam bentuk senyawa kimia yang akan terbebaskan oleh asam enzim apabila selnya dipecah.

Proses ekstraksi pati dari umbi berawal dari pencucian dan pengupasan umbi. Karena struktur akar yang khas pada tanaman singkong, pengupasannya dapat dengan mudah dilaksanakan oleh tenaga wanita dan ini dilakukan pada pabrik kecil.

Tahap selanjutnya adalah pembuatan bubur dari umbi tersebut dengan proses pamarutan. Bubur halus yang diperoleh diumpankan kepada saringan goyang dan dicuci dengan air. Suspensi pati akan terbawa oleh air ini, sedangkan buburnya diparut untuk kedua kali. Tahap penyaringan juga diulang dan suspensi pati dalam air pencuci kedua dicampur dengan suspensi pati yang pertama. Campuran ini disaring melalui saringan sutra halus atau logam halus. ( Kementrian Lingkungan Hidup, 2003)

##### **Industri Tapioka Menengah**

Kelompok ini sudah menggunakan mesin untuk proses produksinya misalnya pamarutan yang menggunakan mesin pamarut dan penyaringan dengan memakai saringan sistem saringan getar. Kapasitas produksinya berkisar antara 1 sampai 20 ton per hari

Air buangan yang bersasal dari cucian ketela mengandung kotoran fisis berupa tanah serta sedikit bahan organik dari ketela yang terlarut pada saat pencucian ini kandungan kadar pencemarannya tidak seberat kadar pencemar yang terkandung dalam air buangan dari pengendapan pati.

Secara garis besar proses pembuatan tapioka yang dilakukan oleh industri kecil adalah sebagai berikut :

### **Pengupasan**

Pengupasan dan pencucian ketela dilakukan oleh manusia dengan menggunakan pisau pengupas kusus ketela, setelah dikupas kemudian dicuci untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Setelah dikupas ketela diparut, pada proses ini kulit yang terbuang 10 % dari berat.

### **Pamarutan**

Pamarutan ini dimaksudkan untuk memecah sel-sel umbi ketela sehingga butir-butir pati akan terlepas. Kandungan pati yang dihasilkan tergantung dari proses pamarutan. Semakin kecil ukurannya, hasil parutan kandungannya semakin tinggi karena yang pati yang terekstrak semakin banyak.

### **Pengambilan pati**

Pengambilan pati dari ketela yang telah diparut dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan air. Ketela parutan diletakkan diatas saringan kasar yang berbentuk empat persgi panjang. Pati yang tersuspensi dalam air akan lolos dari saringan dan tepung ditampung dalam bak. Proses penyaringan dilakukan bila air yang lewat saringan agak jernih dan diperkirakan pati

sudah tersuspensi semua. Kebutuhan air untuk proses ini diperkirakan 3-8 m<sup>3</sup> per ton ketela.

### **Pemisahan pati**

Pemisahan pati dari air dilakukan dengan cara pengendapan.

### **Pengeringan pati**

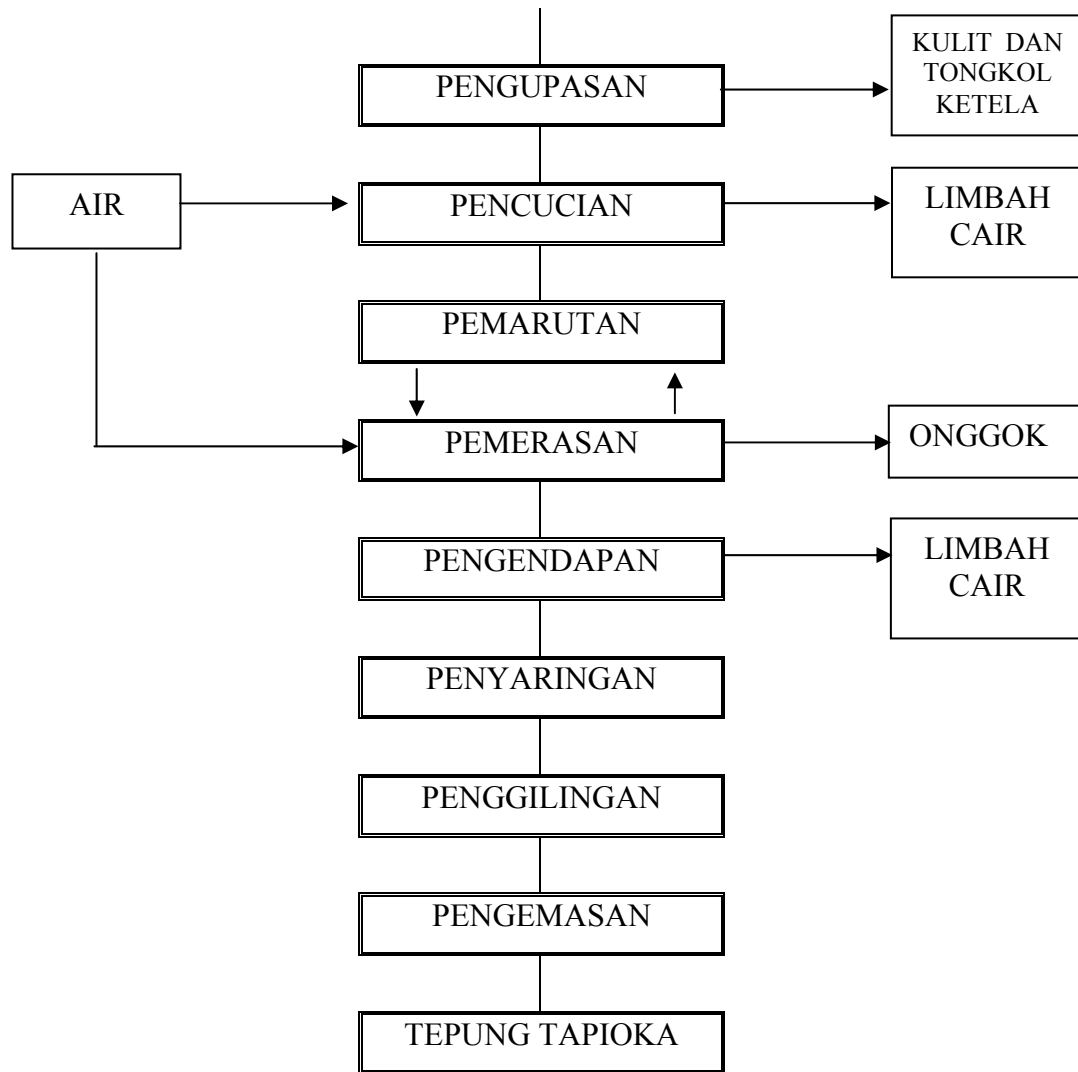
Setelah waktu pengendapan, cairan diatas endapan dibuang dengan cara pembukaan papan penutup bak dibuka satu demi satu dengan cara perlahan lahan agar pati di sisi akhir tidak ikut hanyut dalam air. Endapan pati diambil kemudian di jemur dibawah terik matahari.

### **Penggilingan dan Penyaringan Pati**

Terakhir yang sudah kering digiling dan diayak, penggilingan menjadi tepung halus, dan hanya dilakukan oleh industri menengah / besar.

Skema pembuatan tepung tapioka secara garis besar adalah sebagai berikut :

KETELA
--------



(Sunardji Eko Handoyo,1985)

## 2.2 LIMBAH CAIR TAPIOKA

**Karakteristik Limbah cair :**

### Warna

Warna air limbah yang berasal dari proses pencucian umumnya putih kecoklatcoklatan disertai suspensi yang berasal dari kotoran kotoran dan

kulit ubi kayu sedangkan yang berasal dari proses pemisahan pati berwarna putih kekuningan air limbah tapioka yang masih baru biasanya berbau khas seperti ubi kayu hal tersebut mudah berubah menjadi apabila dibiarkan ditempat yang tergenang hal tersebut akan semakin menyengat karena proses pembusukan hal ini juga akan bertambah busuk apabila onggok yang dibuang dicampur bersama sama dengan limbah cairnya.

### **Padatan tersuspensi**

Padatan tersuspensi di dalam air cukup tinggi, berkisar 1500-5000 mg/l. Padatan tersuspensi ini merupakan suspensi pati yang terendapkan pada (pengendapan tingginya kandungan padatan tersuspensi menandakan bahwa proses pengendapan belum sempurna. Nilai padatan tersuspensi, BOD, COD saling berkaitan tinggi padatan tersuspensi semakin tinggi nilai COD dan BODnya.

### **pH**

pH Menyatakan intensitas kemasaman atau alkalinitas dari limbah tersebut. Penurunan pH menandakan bahwa di dalam air limbah tapioka ini sudah terjadi aktifitas jasad renik yang mengubah bahan organik yang mudah terurai menjadi asam-asam. Air limbah tapioka yang masih segar mempunyai pH 6-6,5 akan turun menjadi sekitar 4.

### **COD (Chemical Oxygen Demand)**

COD merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan bahan-bahan organik yang ada di dalam air limbah. COD adalah sejumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan-bahan yang dapat teroksidasi oleh senyawa oksidator. Kisaran angka COD adalah 7000-30000 mg/l

### **BOD (Biochemical Oxygen Demand)**

BOD juga merupakan parameter yang umum dipakai menentukan pencemaran air bahan-bahan organik pada air dan BOD adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menetralkan atau menstabilkan bahan-bahan organik di dalam air melalui proses oksidasi biologis (biasanya dihitung selama periode 5 hari pada suhu 20 °C semakin tinggi nilai BOD semakin tinggi tingkat pencemaran air tersebut. Di dalam air limbah tapioka BOD berkisar antara 3000-6000 mg/l.

Beberapa jenis ketela pohon mengandung sianida yang bersifat toksis. Sianida ini larut dalam air dan akan mudah menguap apabila ada olakan atau aerasi terhadap limbah kandungan sianida pada limbah tapioka sangat bervariasi tergantung dengan ketela pohon yang dipakai.

### **2.3. PENCEMARAN LINGKUNGAN**

Pencemaran Lingkungan yang disebabkan oleh air limbah tapioka ditinjau dari kandungan yang ada didalamnya air limbah bersifat biodegradable yaitu bahan yang secara alamiah dapat atau mudah diurai oleh mikroba. Apabila air ini di buang ke badan air yang dialirannya tidak ada atau bahkan mengalir maka akan terjadi proses pembusukan organik yang terkandung dan didalamnya. Kalau daya dukung alami dari badan air tersebut tidak cukup untuk menetralkan maka akan terjadi penurunan kualitas sehingga daya guna dari badan air tersebut berkurang. Mulamulka akan terjadi peruraian bahan organik oleh bakteri dan mikroba yang bersifat aerob setelah oksigen di dalam perairan tersebut habis maka bakterinya yang aktif adalah bakteri anaerob yaitu bakteri yang hidup tanpa oksigen

Di dalam proses peruraian bahan organik akan pecah menjadi senyawa air yang lebih sederhana salah satu yang dihasilkan dan alam tersebut adalah bau busuk selain dari itu beberapa jenis zat beracun seperti metana bersama sama dengan senyawa karbon dioksida maka menimbulkan gangguan berat pada sistem kehidupan akuatik

Dalam jangka waktu kalau pembusukan belum sempurna yang terjadi di dalam maka perairan berwarna putih kotor dan akan berubah menjadi hitam legam. Apabila jangka waktu peruraian dalam terlampaui proses ini akan berlangsung terus sepanjang aliran sungai ke badan airnya oleh karena itu air akan berubah menjadi putih bagian yang dekat dengan sumber pencemaran dan berwarna hitam. Pada jarak yang cukup jauh yang bau busuk yang sangat menusuk pada kondisi oksigen disertai perubahannya maka akan membusuk keseimbangan akuatik di dalam perairan sehingga produktivitas menurun atau bahkan memusnahkan biota perairan itu karena busuk serta warna dan kandungan zat yang terdapat di dalam perairan sebagian bersifat racun yang akan berbahaya bagi kesehatan masyarakat sekitar

#### **2.4. MEMBRAN**

Membran adalah lapisan tipis yang memisahkan dua fase yang membolehkan perpindahan spesi-spesi tertentu yang dilalui dan menahan spesi lain yang tidak disukai. Sifat penting membran adalah semipermeabel atau selektif permeabel. Di dalam perkembangannya membran mengalami peningkatan yang pesat, dipelopori oleh proses membran generasi pertama, seperti mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, reverse osmosis, elektrodialisis, membran elektrolisis, difusion dialisis, dan dialisis, kemudian diikuti oleh pengembangan proses membran generasi kedua, seperti separation gas, vapour permeation, pervaporasi, destilasi membran, membrane contractor, dan carrier mediated process.

Secara umum membran dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori :

- Membran berpori (porous) dan tidak berpori (non porous)
- Membran polimer (organik) dan keramik (non organik)
- Membran bermuatan dan tidak bermuatan.

Proses Membran



Proses pemisahan dengan menggunakan membran dapat diilustrasikan pada gambar

Pada pemisahan dengan menggunakan membran umpan dapat berupa fase cair maupun pada gas. Pemisahan dengan membran adalah hasil dari kesetimbangan fase atau pemisahan secara mekanik. Oleh karena itu tidak dibutuhkan material tambahan seperti : ekstraktor dan adsorber untuk melakukan pemisahan, sehingga teknologi membran dapat disebut sebagai "clean technology". Tidak seperti evaporasi dan distilasi, pada proses membran tidak terjadi perubahan fase, sehingga panas laten tidak dibutuhkan dan konsumsi energi rendah.

Mekanisme pemisahan bisa didasarkan atas perbedaan ukuran yaitu dengan mekanisme "sieving" atau berdasarkan afinitas membran dalam pemisahan larutan umpan dapat juga kombinasi keduanya. Laju perpindahan komponen melalui permeabilitas dalam membran dan driving force. Driving force ini dapat berupa perbedaan potensial kimia, potensial elektrik, temperatur, tekanan uap dan tekanan hidrostatis, yang akan menghasilkan difusi molekul, perpindahan ion dan konversi masa. Indikator yang dipakai

sebagai kinerja proses pemisahan dengan membran meliputi kuantitas (fluks) dan selektifitas ( Fane, 1996)

$$\text{Kuantitas : Fluks} = \frac{\text{Laju volumetrik}}{\text{luas}} \quad \left( \frac{\text{Liter}}{\text{M}^2\text{jam}} \right)$$

$$\text{Selektifitas : Permeabilitas, P} = \frac{\text{Fluks}}{(\text{gaya gerak})(\text{ketebalan})}$$

$$\% \text{ Transmisi} = \frac{\text{Permeat}}{\text{feed}} \times 100 \%$$

Teknologi proses membran

Untuk dapat digunakan teknologi pemisah, membran harus disusun dengan komponen-komponen lain dalam unit membran. Unit ini dapat terdiri dari :

1. Membran

Dapat berbentuk lembaran, serat berpori maupun lilitan spiral

2. Modul membran

Modul membran adalah vessel bertekanan yang didalamnya terdapat membran

3. Sistem pemipaan

Sistem membran meliputi modul, pompa, tangki, dan lainnya

Keuntungan dan kelemahan menggunakan membran

Teknologi membran beberapa kelebihan bila dibanding dengan teknologi separasi lainnya, diantaranya :

- Membran dapat memisahkan partikel secara kontinyu
- Energi yang dibutuhkan umumnya rendah
- Mudah untuk dikombinasikan dengan jenis proses pemisahan lainnya
- Mudah untuk memisahkan partikel yang sangat ringan atau kecil
- Dapat di scale-up

- Sifat fisik dari membran sangat bervariasi dan dapat disesuaikan sesuai kebutuhan
- Tidak perlu penambahan zat tertentu.

Disamping mempunyai keuntungan proses membran juga memiliki kekurangan diantaranya :

- Terjadi polarisasi konsentrasi
- Polarisasi yang signifikan akan menurunkan kinerja proses. Polarisasi dapat dikendalikan dengan pengaturan fluida.
- Penyumbatan pori membran (fouling)
- Akibat adanya polarisasi konsentrasi material-material akan mengendap dan menutup permukaan membran.
- Stabilisasi membran
- Kebanyakan material membran adalah polimer yang mempunyai keterbatasan terhadap pH, temperatur dan ketahanan kimia.

#### Desain modul

Modul adalah unit fisik yang menjadi dasar dari desain membran dengan konfigurasi yang sesuai. (zeman dan zydney, 1996).

Persyaratan utama dari modul membran adalah untuk memperoleh permeat dari umpan dan untuk mempertahankan pressure drop (penurunan tekanan) yang cukup melewati membran sehingga menghasilkan fluks permeat dan selektifitas yang tinggi.

Pemilihan modul membran harus memenuhi persyaratan berikut:

- Mekanik
  - Menghasilkan pemisahan yang selektif, memiliki ketahanan fisik untuk melindungi membran (termasuk kemampuan untuk menahan tekanan back flushing)
- Hidrodinamik

Meminimumkan pressure drop, mengoptimalkan perpindahan masa solute (mengurangi polarisasi konsentrasi), meminimumkan fouling.

- Ekonomik

Mengoptimalkan densitas packing membran, mudah dalam pembersihan dan penggantian membran, tahan lama dan murah harganya.

Kebanyakan desain modul membran terbaru lebih ditekankan pada perpindahan masa pada permukaan membran dan perpindahan balik dari sepiiseies yang tertahan pada batas larutan membran.

Dengan demikian modul membran di desain agar :

- Alirannya turbulen
- Secara periodik terjadi filtrasi dari permeat kembali kedalam membran (back flusing /back pulsing).
- Ketidak stabilan fluida terjaga untuk menyapu membran.
- Ada sistem penjernihan dalam modul untuk membersihkan membran.

Tabel perbedaan modul membran

Konfigurasi membran	Jarak chanel (cm)	Density packing (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	Biaya energi	Kemungkinan fouling	Kinerja membran
Hollow fiber Modul	0,02-0,25	1200	Rendah	Tinggi	Cukup
Flat plate	1,0-25	60	Tinggi	Rendah	Sangat baik
Spiral wound	0,03-0,25	300	Sedang	Sedang	Baik
packing	0,03-0,2	600	Rendah	Sangat tinggi	Kurang
	0,05-0,1	10	-	sedang	cukup

Contoh hollow fiber membran modul.

Modul hollow fiber direncanakan pertama kali oleh Dupont atau pada akhir tahun 1960 untuk desalinasi dan mulai digunakan untuk ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi oleh Unicom dan Romicon. Modul ini mengandung kesatuan dari fiber dengan permukaan dense yang menjadikan membran lebih dan memiliki integritas struktur. Lapisan dense bisa ditempatkan pada sisi lumen secara in side-out atau bisa diletakkan pada sisi lain dari fiber secara out side-in. Metoda ini analogi dengan shell and tube heat exchanger dua cara pengaliran umpan :

Inside-out umpan mengalir masuk dalam fiber ke lumen dan permeat bergerak secara radial keluar melalui dinding fiber. Metode ini dapat dilakukan pada tekanan yang tinggi dimana membran memiliki fasililitas sebesar 2 laju secara keluar dari lumen out side-in umpan mengalir pada sisi fiber dan permeat masuk melalui melewati fiber dan terkumpul pada lumen.

### Gambar 2.9c Hollow Fiber Membrane Module

#### Mikrofiltrasi

Mikrofiltrasi adalah proses membran dengan driving force beda tekanan dimana suspensi dan partikel dengan ukuran 0,1-20  $\mu\text{m}$  ditahan oleh membran mikro pori ). MF biasanya dioperasikan pada tekanan yang relatif rendah ( < 50 psi atau 0,34 bar atau 0,35 Mpa) dan fluks permeatnya sangat tinggi  $10^{-4}$ - $10^{-2}$  m/s untuk membran tanpa fouling dan faktor yang membedakan mF dari UF dari RO (Scott,1995)

MF bisa di di secara dead-end atau cross-flow dengan metode dead-end akan menimbulkan cake pada permukaan airnya partikel menumpuk pada permukaan membran tebal cake meningkat seiring dengan waktu sehingga laju alir permeat berkurang permeat berkurang hingga membran mencapai laju filtrasi yang tidak menguntungkan sehingga perlu dibersihkan atau diganti. Keuntungan yaitu mudah dalam pengoperasiannya karena tidak diperlukan aliran recycle dan tidak perlu aliran keluaran sehingga akan hemat biaya. Tetapi hal ini juga menyebabkan terjadinya polarisasi dan fouling lebih besar. Untuk mengurangi efek penumpukan partikel yang menghasilkan cake pada tumpukan membran bisa digunakan metode cross-flow merupakan proses dimana aliran umpan searah dengan permukaan permeat keluar tegak lurus arah aliran umpan. Hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadinya fouling pada membran, mengurangi polarisasi

konsentrasi, adsorpsi dan pembentukan cake. Cross-flow lebih banyak digunakan pada hampir semua proses membran dengan driving force beda tekanan bersekala besar. Laju alir beberapa m/dt bisa meminimalkan akumulasi material partikulat. Setelah pemakaian beberapa waktu, membran MF bisa dibersihkan menggunakan bahan kimia tertentu yang memiliki ketahanan kimia terhadap reagen untuk pemisahan bahan yang sebagian besar mengandung air, pembersihan bisa dilakukan dengan air. Biaya proses membran berhubungan dengan kapasitas modul, daerah untuk perpindahan masa dan fluks permeat, sehingga untuk memperkecil biaya tersebut dilakukan dengan cara memperbesar packing density membran. Namun hal ini mempunyai akibat polarisasi konsentrasi solute pada permukaan membran dan fouling karena penyumbatan pori dalam membran yang terdapat mempengaruhi fluks permeat dan retentat mudah terjadi depolarizing dan fouling. Akibat-akibat diatas dapat diabaikan dengan penggunaan larutan umpan yang "relatif bersih" seperti larutan tanpa material tersuspensi dan solut yang akan mengadsorpsi kedalam membran seperti makromolekul. Namun hal itu tidak akan terjadi diman fluks permeabel sangat tinggi dan suspensinya mengandung makromolekuler terlarut oleh sebab itu dilakukan scale up dan peralihan desain modul RO dan UF ke MF Dalam filtrasi laju alir fluida melalui media pembersih berbanding lurus dengan beda tekanan ( $\Delta P$ ). Laju alir ditentukan oleh ketahanan filter yang menahan partikulat.

Karakteristik media filter tergantung permeabilitasnya. Hubungan antara laju alir atau fluks ( $J$ ) dan permeabilitasnya ( $k$ ) melalui filter ditunjukkan dengan :

$$J : k \Delta P / \mu$$

Fluks adalah pengukuran yang menggambarkan jumlah permeat yang dihasilkan pada suatu jangka waktu tertentu pada area membran. fluks

merupakan pengukuran yang penting karena mempengaruhi nilai ekonomi dari sistem dan menjadi indikator fouling dan penentuan waktu pencucian semakin rendah fluks, semakin besar area membran yang dibutuhkan untuk produk dalam jumlah dan jangka waktu yang lama. Laju alir atau fluks tergantung pada viskositas fluida ( $\mu$ ) yang dipisahkan. Filter untuk membran MF dibuat dari film polymer tipis tipis dengan ukuran pori yang seragam dan densitas porinya mencapai 80%. Metode utama yang digunakan adalah sieving walaupun pemisahan didasarkan oleh interaksi antara permukaan membran dan larutannya. Densitas pori yang tinggi dan filter menjadikan ketahanan hidrodinamik relatif rendah dan laju alirnya rendah atau fluks membran (laju aliran permeat dalam satuan  $m^3$  permeat kuadrat area membran panjang, m/h). Menghasilkan operasi dengan perbedaan tekanan hingga 2 bar. Proses pemisahan dengan membran MF hanya digunakan untuk solvent organik suspensi encer yang mengandung solute terlarut seperti susu murni, whey, darah murni, plasma darah, **limbah**. Yang dimaksud larutan encer adalah larutan dimana solute terlarut secara sempurna, contoh garam-garaman, molekul organik kecil seperti gula, urea alkohol. Kristalisasi dan deposisi garam-garam organik, presipitasi dan adsorpsi molekul dapat terjadi dalam membran mikropori dan mempunyai akibat yang signifikan dalam menurunkan fluks permeat. Polimer dan material organik dengan rentang pH dan suhu yang besar biasa digunakan untuk membran berpori seperti polypropilen, polyeten, polycarbonat, keramik, zirkonium oksid, borosilikat glass, stainless steel, perak, tetrafluoroetilen, selulosa asetat murni, viniliden fluorida, selulosa yang diregenerasi, polimer akrilik, polianida, dan poly sulfon. Beberapa dari material tersebut adalah solvent, dan yang lain dihasilkan dari proses track etching-radiasi (polycarbonat), hot and cold stretching dan setting (polypropilen), deposisi elektro kimia (beberapa) membran keramik), dengan thermal quenching (polypropilen), sintering (stainless steel, perak dan keramik), proses sol-gel (keramik)



### Screen membran

Screen membran adalah membran yang memiliki pori-pori berbentuk silinder yang nyaris sempurna, yang terkadang pori-pori tersebut menyebar di seluruh permukaan membran. Screen membran secara komersial terdapat pada selaput tipis poly karbonat dan polyester. Screen membran banyak digunakan untuk mikroskop elektron dan optik, chemotaris, analisis partikular, analisis aerosol, analisis grafimetri, reologi darah dan lain-lain.

Karakteristik screen membran :

- Ukuran dan struktur pori-pori telah diketahui
- Tidak ada media penghantar
- Halus, permukaan datar
- Tidak higroskopis
- Tipis, hanya mampu menahan sedikit cairan
- Daya adsorpsi dan daya absorpsi rendah
- Kapasitas untuk menahan kecil ( $3-10 \mu\text{gram}/\text{cm}^2$ )
- Tidak berwarna
- Kuat
- Dapat di autoclave berkali-kali

### Depth Membran

Depth Membran memiliki permukaan yang relatif besar, dimana banyak terlihat bagian yang sdangat luas di temukan ukuran batang-batang pori-porinya. Depth membran secara komersial terdapat pada perak murni, PVC, PVDF, PTFE, bermacam-macam senyawa-senyawa selulosa, nilon, poly eter sulfone, poly propilen, dan lain-lain.

Karakteristik depth membran :

- Memiliki permukaan yang halus
- Tahan lama
- Tidak ada media penghantar
- Penanganan mudah

- Dapat di autoclave berkali-kali
- Kapasitas untuk menahan besar ( $100-250\mu\text{gram}/\text{cm}^2$ )

#### Aplikasi mikrofiltrasi

Saat ini membran telah digunakan untuk :

- Penyingkiran partikel dari aliran gas atau cair untuk industri makanan dan farmasi
- Pemurnian larutan yang sensitif terhadap panas
- Produksi air minum untuk industri elektronik
- Pemisahan gas, proses recovery sulfent, dan pemurnian produk pada industri kimia
- **Pengolah limbah**

#### Polarisasi dan Fouling

Polarisasi dan Fouling adalah fenomena yang terjadi pada sistem membran yang berakibat pada pengurangan hasil. Ini dapat dilihat khususnya dengan berkurangnya fluks dan waktu, dimana efek ini bervariasi tergantung tipe pemisahan. Contohnya untuk proses membran yang filtrasinya rentan terhadap polarisasi dan fouling oleh partikulat, mikromolekuler dan lain-lain, akan terjadi pada permukaan membran. Pada saat permeat melewati bagian, sebagian besar garam-garaman terlarut dalam air tertahan dipermukaan membran garam-garaman ini harus dibawa kembali ke umpan dan dikeluarkan dari lapisan batas menuju aliran konsentrat atau aliran umpan yang lebih cepat. Garam-garaman tertinggal dalam air secara difusi keluar dari lapisan batas dan konsentrasi garam-garam pada permukaan membran meningkat melebihi konsentrasi pada aliran fluks yang lebih cepat di atas permukaan. Fenomena ini disebut polarisasi

konsentrasi yang berarti adanya konsentrasi garam yang lebih tinggi pada permukaan membra. Kecepatan mendefusi garam dari permukaan membran tersebut berbeda-beda tergantung pada ion atau partikel. Konsentrasi solute pada permukaan membran tergantung pada fluks melalui membran, koefisien difusi solute, dan ketebalan cake pada lapisan batas di daerah dekat membran yang konsentrasi solutunya bervariasi, pengaruh polarisasi konsentrasi dalam pemisahan menggunakan membran MF cukup kuat, yaitu dengan kecilnya  $k$  (koefisien perpindahan masa), besarnya  $J$  (fluks), yang berarti  $C_m$  (konsentrasi solute pada permukaan membran tinggi)

Minimisasi polarisasi dan fouling

Antara lain dengan memodifikasi permukaan membran sehingga dapat menurunkan gaya tarikan atau menaikkan gaya tolakan antara solute dan membran cara kimia yang sudah digunakan secara komersial :

- Modifikasi sifat kimia heterogen
- Adsorpsi polymer hidropilik
- iradiasi
- Mengaktifkan plasma dengan suhu rendah

Gambar 2.9b Proses Pemisahan oleh Membran

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### III.1 RENCANA PENELITIAN

Seperti telah disebutkan sebelumnya tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuantitas dan kualitas hasil olahan (retentat) limbah cair tapioka melalui proses mikrofiltrasi membran dilakukan percobaan dengan variasi limbah awal produksi, tengah produksi dan akhir produksi. Untuk mendapatkan laju fluks yang sama pada ketiga percobaan, diperlukan percobaan awal, yaitu menentukan waktu pengolahan setiap 1 liter yang ideal sehingga polarisasi dan fouling proses penelitian tidak terjadi.

Alat yang digunakan

1. Polysulfone fibers
  - Diameter : 0,2 m
  - Diameter luar : 1,9 mm
  - Diameter dalam : 1,5 mm
  - Panjang fiber : 20 cm
  - Modul : hollow fiber
  - Chasing material : glass
  - Jumlah fiber : 4
  - Luas kontak out side-in : 4772 cm<sup>2</sup>
2. Pompa
3. Valve
4. Erlenmeyer
5. Gelas ukur
6. Stop watch
7. Labu takar
8. Corong
9. Adaptor

Bahan yang digunakan :

Dalam penelitian ini adalah limbah tapioka (setelah pengendapan 30 menit )

Waktu proses produksi 5 ton/hari yaitu  $\pm$  6 jam

Bahan limbah cair diambil setelah :

Penelitian awal

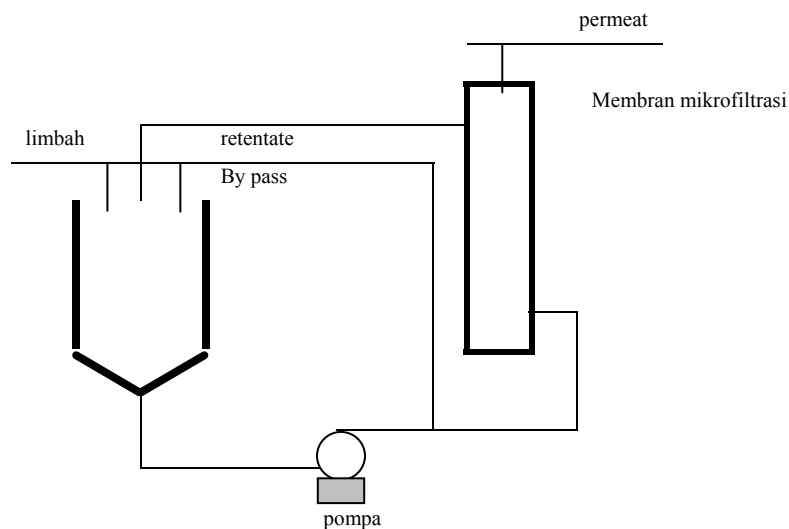
Yaitu diambil 1 (satu) hari sebelum dilakukan penelitian, yaitu Limbah 10 lt jam pertama yaitu 1 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan.

Penelitian yaitu :

1. Limbah 10 lt dari pengendapan 20 liter jam pertama yaitu 1 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan
2. Limbah 10 lt dari pengendapan 20 liter jam kedua yaitu 3 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan
3. Limbah 10 lt dari pengendapan 20 liter jam ketiga yaitu 5 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan

## Prosedur Penelitian

Rangkaian alat percobaan



## Prosedur Pengolahan

### Pengendapan

Limbah cair tapioka sebelum diolah diendapkan selama 30 menit supaya zat padat tersuspensi yang mampu mengendap dan belum terendapkan pada bak pengendapan tapioka, sehingga limbah yang akan diolah benar-benar mengandung kadar zat padat tersuspensi ringan.

### Pengolahan Mikrofiltrasi awal

Limbah cair tapioka hasil pengendapan 30 menit dilewatkan melalui instalasi mikrofiltrasi dengan variasi tekanan, sehingga menghasilkan tekanan membran yang sesuai dengan limbah yang akan diolah. Larutan umpan dialirkan pompa melewati modul membran. Tekanan diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan, dan pengambilan sampel dilakukan setelah operasi mencapai keadaan tunak dan pencatatan debit permeat setiap 10 menit. Data debit permeat dibuat grafik kemudian dicari waktu optimum bahwa membran mulai kesulitan memisahkan permeat dari bahan baku yang sudah terakumulasi dengan retentat. Waktu optimum dipakai untuk pengolahan penelitian berikutnya.

### **Pengolahan Mikrofiltrasi**

Limbah cair tapioka hasil pengendapan 30 menit dilewatkan melalui instalasi mikrofiltrasi dengan lama waktu yang telah ditentukan oleh penelitian awal. Larutan umpan dialirkan pompa melewati modul membran. Tekanan diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan, dan pengambilan sampel dilakukan setelah operasi mencapai waktu yang telah ditentukan. Retentat hasil pengoilahan dicatat volumenya dan dianalisa kandungan TSS nya di laboratorium.

### **Penelitian awal**

Sebelum proses mikrofiltrasi

- pH
- TSS
- Temperatur

- Pengendapan

Retentat setelah proses mikrofiltrasi

- pH
- TSS
- Temperatur

### **Penelitian**

Proses mikrofiltrasi dilakukan 3 kali yaitu pada limbah menit ke 60, 180, dan 300.

Sebelum proses mikrofiltrasi

Sebelum proses mikrofiltrasi

- Temperatur
- Pengendapan
- pH, TSS, BOD dan COD ( akumulasi 3 sampel )

Retentat setelah proses mikrofiltrasi

- Temperatur
- pH, TSS, BOD dan COD ( akumulasi 3 sampel )

Data yang diambil :

1. Berat ketela produksi : X ton
2. Tanggal dan waktu :
  - Datangnya ketela
  - Awal pengupasan ketela
  - Akhir pengupasan ketela
  - Awal proses produksi
  - Akhir proses produksi
  - Awal limbah keluar
  - Akhir limbah keluar

## **III.2 LOKASI PENELITIAN**

Penelitian dilakukan pada 2 lokasi yaitu :

1. penelitian lapangan yaitu pada industri tapioka di Desa sidomukti Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati
2. Penelitian dilakukan di laboratorium lingkungan yaitu di Laboratorium Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Kabupaten Pati

### **III.3 VARIABEL PENELITIAN**

Perbandingan kuantitas dan kualitas (TSS) rentetat hasil mikrofiltrasi limbah cair tapioka di awal, tengah dan akhir proses produksi tapioka.

Variabel berubah :

- pH
- TSS
- Pengendapan
- Temperatur

Variabel tetap adalah limbah produksi 5 ton/hari dengan  $\pm$  6 jam



## BAB IV

### III.1 RENCANA PENELITIAN

Seperti telah disebutkan sebelumnya tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuantitas dan kualitas hasil olahan (retentat) limbah cair tapioka melalui proses mikrofiltrasi membran dilakukan percobaan dengan variasi limbah awal produksi, tengah produksi dan akhir produksi. Untuk mendapatkan laju fluks yang sama pada ketiga percobaan, diperlukan percobaan awal, yaitu menentukan waktu pengolahan setiap 1 liter yang ideal sehingga polarisasi dan fouling proses penelitian tidak terjadi.

Alat yang digunakan

#### 10. Polysulfone fibers

- Diameter : 0,2 m
- Diameter luar : 1,9 mm
- Diameter dalam : 1,5 mm
- Panjang fiber : 20 cm
- Modul : hollow fiber
- Chasing material : glass
- Jumlah fiber : 4
- Luas kontak out side-in : 4772 cm<sup>2</sup>

#### 11. Pompa

#### 12. Valve

#### 13. Erlenmeyer

#### 14. Gelas ukur

#### 15. Stop watch

#### 16. Labu takar

#### 17. Corong

#### 18. Adaptor

Bahan yang digunakan :

Dalam penelitian ini adalah limbah tapioka (setelah pengendapan 30 menit )

Waktu proses produksi 5 ton/hari yaitu ± 6 jam

Bahan limbah cair diambil setelah :

Penelitian awal

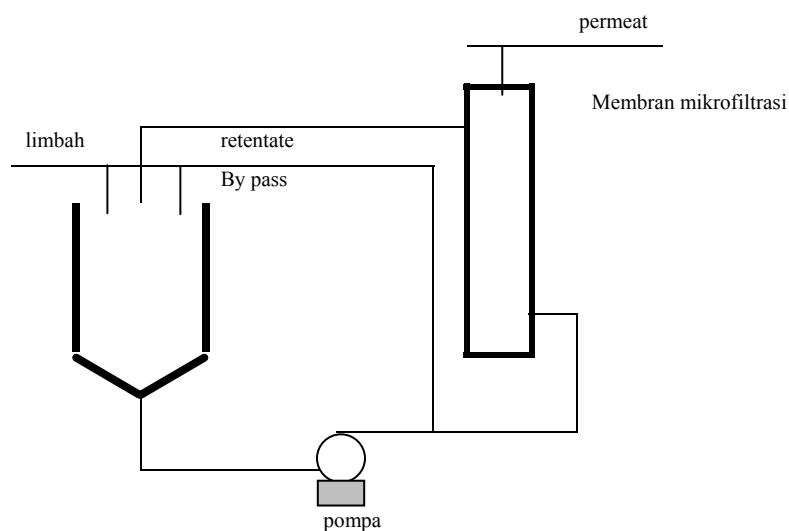
Yaitu diambil 1 (satu) hari sebelum dilakukan penelitian, yaitu Limbah 10 lt jam pertama yaitu 1 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan.

Penelitian yaitu :

4. Limbah 10 lt dari pengendapan 20 liter jam pertama yaitu 1 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan
5. Limbah 10 lt dari pengendapan 20 liter jam kedua yaitu 3 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan
6. Limbah 10 lt dari pengendapan 20 liter jam ketiga yaitu 5 jam setelah limbah keluar dari bak pengendapan

## Prosedur Penelitian

Rangkaian alat percobaan



## Prosedur Pengolahan

### Pengendapan

Limbah cair tapioka sebelum diolah diendapkan selama 30 menit supaya zat padat tersuspensi yang mampu mengendap dan belum terendapkan pada bak pengendapan tapioka, sehingga limbah yang akan diolah benar-benar mengandung kadar zat padat tersuspensi ringan.

### Pengolahan Mikrofiltrasi awal

Limbah cair tapioka hasil pengendapan 30 menit dilewatkan melalui instalasi mikrofiltrasi dengan variasi tekanan, sehingga

menghasilkan tekanan membran yang sesuai dengan limbah yang akan diolah. Larutan umpan dialirkan pompa melewati modul membran. Tekanan diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan, dan pengambilan sampel dilakukan setelah operasi mencapai keadaan tunak dan pencatatan debit permeat setiap 10 menit. Data debit permeat dibuat grafik kemudian dicari waktu optimum bahwa membran mulai kesulitan memisahkan permeat dari bahan baku yang sudah terakumulasi dengan retentat. Waktu optimum dipakai untuk pengolahan penelitian berikutnya.

### **Pengolahan Mikrofiltrasi**

Limbah cair tapioka hasil pengendapan 30 menit dilewatkan melalui instalasi mikrofiltrasi dengan lama waktu yang telah ditentukan oleh penelitian awal. Larutan umpan dialirkan pompa melewati modul membran. Tekanan diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan, dan pengambilan sampel dilakukan setelah operasi mencapai waktu yang telah ditentukan. Retentat hasil pengoilahan dicatat volumenya dan dianalisa kandungan TSS nya di laboratorium.

### **Penelitian awal**

Sebelum proses mikrofiltrasi

- pH
- TSS
- Temperatur
- Pengendapan

Retentat setelah proses mikrofiltrasi

- pH
- TSS
- Temperatur

### **Penelitian**

Proses mikrofiltrasi dilakukan 3 kali yaitu pada limbah menit ke 60, 180, dan 300.

Sebelum proses mikrofiltrasi

Sebelum proses mikrofiltrasi

- Temperatur
- Pengendapan
- pH, TSS, BOD dan COD ( akumulasi 3 sampel )

Retentat setelah proses mikrofiltrasi

- Temperatur
- pH, TSS, BOD dan COD ( akumulasi 3 sampel )

Data yang diambil :

3. Berat ketela produksi : X ton
4. Tanggal dan waktu :
  - Datangnya ketela
  - Awal pengupasan ketela
  - Akhir pengupasan ketela
  - Awal proses produksi
  - Akhir proses produksi
  - Awal limbah keluar
  - Akhir limbah keluar

## **III.2 LOKASI PENELITIAN**

Penelitian dilakukan pada 2 lokasi yaitu :

3. penelitian lapangan yaitu pada industri tapioka di Desa sidomukti Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati
4. Penelitian dilakukan di laboratorium lingkungan yaitu di Laboratorium Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Kabupaten Pati

### **III.3 VARIABEL PENELITIAN**

Perbandingan kuantitas dan kualitas (TSS) rentetat hasil mikrofiltrasi limbah cair tapioka di awal, tengah dan akhir proses produksi tapioka.

Variabel berubah :

- pH
- TSS
- Pengendapan
- Temperatur

Variabel tetap adalah limbah produksi 5 ton/hari dengan  $\pm$  6 jam

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPILAN**

##### **1. Kemampuan Pengolahan**

- a. Pengolahan limbah cair tapioka menggunakan membrane ultrafiltrasi mampu memisahkan padatan tersuspensi sebesar 57% di dalam larutan retentat
- b. Terpisahnya padatan tersuspensi limbah cair tapioka sebagai permeat, mampu menurunkan beban pencemaran limbah dengan selektifitas COD 70,49%.
- c. Padatan total yang terkandung di dalam retentat, dilihat dari besar kandungannya dapat menjadi potensi bahan baku, yaitu 16,4 gr/liter musim kemarau dan 5,69 gr/liter musim penghujan.
- d. Padatan terlarut yang terkandung di dalam permeat dilihat dari besarnya volume dan rendahnya konsentrasi dapat menurunkan pencemaran dan meringankan beban pengolahan air limbah berikutnya.

##### **2 Penerapan pada masyarakat**

Upaya penerapan membrane ultrafiltrasi pada masyarakat pengrajin tapioka khusus RW II Desa Sidomukti Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati dapat berfungsi dan bermanfaat, dengan strategi penerapannya sebagai berikut :

- a. Penguatan kelembagaan ( paguyuban ) internal, bukan sekedar adanya legal formal kepengurusan dan berjalan tidaknya keuangan, tetapi juga harus memberdayakan kelayakan usaha yang tidak merugikan lingkungan.
- b. Bermitra dengan pemerintah dalam pengelolaan alat pengolahan air limbah membrane ultrafiltrasi.

- c. Berupaya memanfaatkan limbah cair tapioka dengan teknologi membrane ultrafiltrasi.
- d. Pengujian kandungan sianida produk retentat untuk minuman ternak dan penerapan larangan pemakaian kaporit ( pemutih ) pada proses produksi sehingga retentat dan permeat dapat dimanfaatkan.

## 5.2 SARAN

Untuk menerapkan teknologi membrane ultrafiltrasi dalam kegiatan pengolahan air limbah tapioka, diperlukan perencanaan teknis system ini.

Maka diperlukan pengkajian :

1. Mekanik yaitu perangkat yang memiliki ketahanan fisik untuk melindungi membrane ( termasuk kemampuan untuk menahan tekanan back flushing ).
2. Hidrodinamik yaitu perangkat yang mampu meminimumkan pressure drop, mengoptimalkan perpindahan masa solute ( mengurangi polarisasi konsentrasi ), meminimalkan fouling.
3. Ekonomik yaitu perangkat yang mampu mengoptimalkan densitas packing membrane, mudah dalam pembersihan, penggantian membrane, tahan lama dan murah harganya.

