

Penyisihan BOD₅, COD dan TSS Limbah Cair Tahu dengan Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Ultrafiltrasi

Jhon Armedi Pinem* dan Juang Ariando Sorang

Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian Jurusan Teknik Kimia Laut Fakultas Teknik
Universitas Riau

Kampus Binawidya Km12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

*E-mail: jhonarmedipin@yahoo.com Handphone: 08153729626

Abstract

The objective of the research is to determine the performance of the coagulation-flocculation-ultrafiltration for removal BOD₅, COD and TSS from tahu effluent. In this research varied operating pressure ultrafiltration membranes (0.5, 1; 1.5 bar). Coagulation process of particles colloidal wastewater tahu in the coagulator-floculator with rapid stirring at 150 rpm for 2 minutes and continue slow stirring at 60 rpm for 15 minutes. Flocks formed deposited for 30 min, then precipitated and separated wastewater pretreatment results clearly fed to ultrafiltration membrane during the one hours of operation. The results show that coagulation-flocculation process removed 64.06% of BOD₅, 64.02% of COD and 96.36% of TSS. The flux increased with the increasing of pressure operation.

Keywords: *Coagulation-flocculation, Fluxs, Tahu wastewater, Ultrafiltration membrane*

1. Pendahuluan

Industri tahu merupakan industri rakyat yang berbentuk usaha perumahan atau industri rumah tangga (Darsono, 2007). Industri tahu dalam proses produksinya menggunakan kedelai sebagai bahan baku utama. Dalam proses produksi tahu, dihasilkan limbah cair antara 15-20 L/kg bahan baku kedelai dan limbah padat. Jumlah produksi tahu yang semakin meningkat akan mengakibatkan jumlah limbah cair yang dihasilkan semakin melimpah. Mengingat kedelai sebagai bahan baku pembuatan tahu yang memiliki kadar protein (34-45%), karbohidrat (12-30%), lemak (18-32%) dan air (7%) (Radiyah, 2000), akibatnya limbah cair tahu memiliki bahan organik yang tinggi. Jika limbah cair industri tahu tersebut dibuang langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan akan terjadi *blooming* (pengendapan bahan organik pada badan perairan), proses pembusukan dan berkembangnya mikroorganisme patogen (Sudaryati, dkk, 2007).

Salah satu cara untuk mengetahui seberapa jauh beban pencemaran yang diakibatkan limbah cair tahu adalah dengan mengukur *Bio-Chemical Oxygent Demand 5* (BOD₅), *Chemical Oxygent Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Semakin tinggi nilai ketiga parameter tersebut, maka semakin tinggi pula beban pencemaran yang diakibatkan limbah cair tersebut (Fatha,

2007). Menurut Nuriswanto (1995) dalam Sudaryati dkk (2007), industri tahu menghasilkan limbah *polutif* dengan nilai BOD₅ antara 1070-2600 mg/L, COD antara 1940-4800 mg/L, TSS antara 2100-3800 mg/L dan pH antara 4,5-5,7. Sedangkan menurut Zulkifli dan Meutia (2001), limbah cair tahu memiliki kadar BOD₅ 2000 mg/L, COD 2500 mg/L, TSS antara 1117-1242 mg/L dan pH 4. Jika ditinjau dari Kep-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, maka nilai BOD₅, COD dan TSS harus disisihkan dengan pengolahan lebih lanjut. Selama ini limbah cair tahu hanya diolah dengan proses pengendapan sehingga hasilnya belum optimum.

Tahap awal penyisihan ketiga parameter tersebut dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi. Flokulasi adalah kelanjutan dari proses koagulasi, dimana mikroflor hasil koagulasi mulai menggumpalkan partikel-partikel koloid menjadi flok-flok yang besar yang dapat diendapkan (Notodarmojo, dkk., 2004). Tahap terakhir adalah penyisihan dengan menggunakan membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi (UF) merupakan proses pemisahan dengan membran yang menggunakan daya dorong (*driving force*) beda tekanan yang sangat dipengaruhi oleh ukuran dan distribusi pori membran. Proses pemisahan terjadi pada partikel-partikel koloid. Membran ultrafiltrasi memiliki keunggulan mampu menyisihkan partikel-partikel koloid/zat organik dalam

kandungan air limbah sehingga dapat mengurangi kandungan BOD₅, COD dan TSS.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja proses Koagulasi-Flokulasi dan Ultrafiltrasi dalam menyisihkan BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

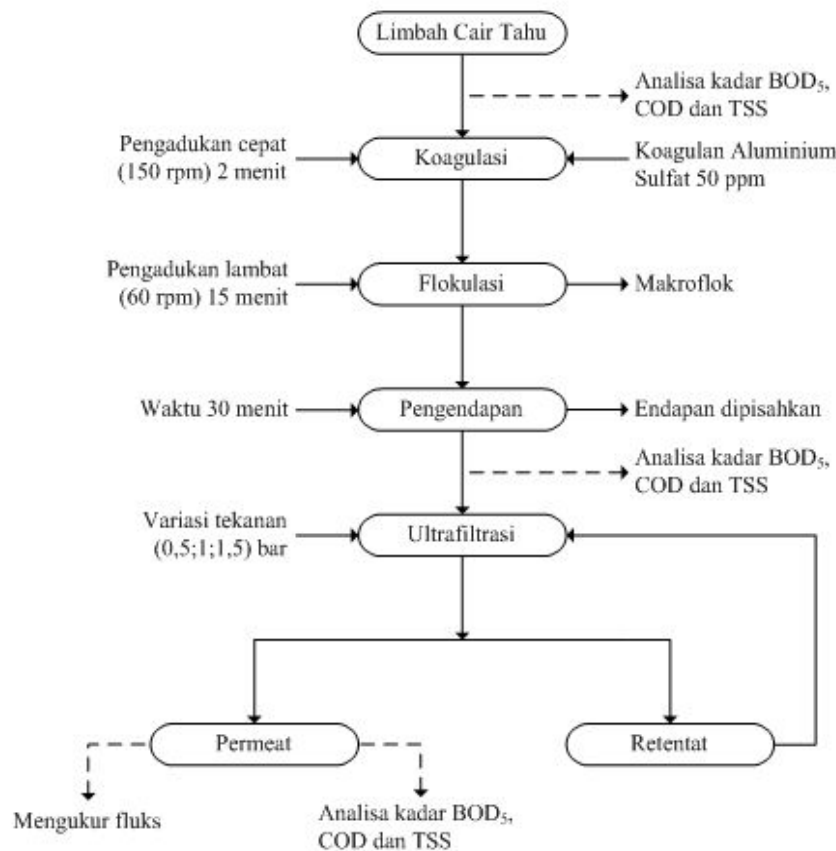
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu sebagai bahan baku utama, akuades untuk pembuatan larutan koagulan dan larutan basa. Aluminium Sulfat sebagai koagulan dan Kalsium Hidroksida (Ca(OH)₂) berfungsi untuk menaikkan pH limbah cair tahu.

2.2. Alat

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah koagulator-flokulator yang merupakan mixer yang dilengkapi gelas kimia dan pH meter, satu unit modul membran ultrafiltrasi dengan bahan modul polyacrylonitrile (PAN), tipe *hollow fiber*, luas permukaan membran 0,5 m², model filtrasi *cross-flow*.

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terbagi dua tahap, yaitu pralakuan limbah cair tahu dengan proses koagulasi-flokulasi untuk mengendapkan suspensi koloid dalam limbah cair tahu dan penentuan fluks serta rejeksi ultrafiltrasi terhadap penyisihan kadar BOD₅, COD dan TSS. Proses koagulasi-flokulasi dilakukan di dalam gelas kimia 2000 ml yang dilengkapi dengan pengaduk (mixer) dan pH meter. Parameter yang divariasikan adalah tekanan operasi, konsentrasi, dan konsentrasi koagulan. Diagram alir kegiatan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kegiatan penelitian

2.4. Analisis Sampel

Sampel yang akan dianalisa terbagi atas tiga jenis yakni sampel sebelum *pretreatment*, setelah penambahan

koagulan, dan setelah dilewatkan ke membran. Sampel yang diperoleh dari setiap percobaan tersebut kemudian dianalisa untuk mengetahui kadar BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu di Balai Laboratorium Kesehatan (BLK) Provinsi Riau. Data yang diperoleh dibuat dalam tabel dan

diolah dalam bentuk grafik, yang menunjukkan pengaruh tekanan terhadap fluks dan rejeksi membran ultrafiltrasi, kemudian dianalisis secara *deskriptif komparatif*.

bahwa kualitas limbah cair tahu sebelum proses koagulasi-flokulasi sangat buruk, dimana nilai BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu yang masih tinggi dan melewati baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kinerja Koagulasi-Flokulasi Limbah Cair Tahu

Hasil analisa karakteristik limbah cair tahu dapat diketahui

Tabel 1. Karakteristik limbah cair tahu sebelum dan sesudah koagulasi-flokulasi

Parameter	Satuan	*Baku Mutu	Hasil Analisa		% Penyisihan
			Sebelum Koagulasi-flokulasi	Setelah Koagulasi-Flokulasi	
BOD ₅	mg/L	75	1267	455,3	64,06
COD	mg/L	100	2943	1059	64,02
TSS	mg/L	50	2416	88	96,36

Sumber : Hasil Uji Balai Laboratorium Kesehatan Pekanbaru, 2010

*Baku mutu sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995

3.2. Kinerja Koagulasi-Flokulasi Limbah Cair Tahu

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat penyisihan BOD₅, COD dan TSS pada limbah cair tahu. Penyisihan BOD₅,

COD dan TSS pada limbah cair tahu berurut sebesar 64,06 %, 64,02%, dan 96,36% setelah dilakukan Koagulasi-Flokulasi.

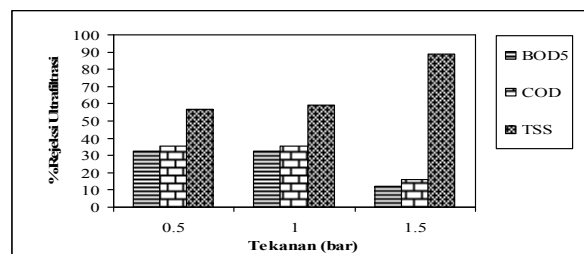
Tabel 2. Persentase penyisihan atau rejeksi membran ultrafiltrasi

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Sebelum Ultrafiltrasi	Sesudah Ultrafiltrasi			% Rejeksi Membran Ultrafiltrasi		
				0,5 Bar	1 Bar	1,5 Bar	0,5 Bar	1 Bar	1,5 Bar
BOD ₅	mg/L	75	455,4	308,1	308,2	401	32,35	32,32	11,95
COD	mg/L	100	1059	684,8	684,8	891,2	35,34	35,34	15,85
TSS	mg/L	50	88	38	36	10	56,82	59,09	88,64

Sumber : Data diolah dari Hasil Uji Balai Laboratorium Kesehatan Pekanbaru, 2010

Dari Tabel 2 dapat diketahui, persentase rejeksi BOD₅ dan COD terbesar diperoleh pada tekanan operasi 1 bar yaitu 34,20% dan 38,30%, dan yang terkecil diperoleh pada tekanan operasi 1,5 bar yaitu 11,95 dan 15,85. Sedangkan persentase rejeksi TSS yang terbesar diperoleh pada tekanan 1,5 bar yaitu 88,64% dan terkecil diperoleh pada tekanan 0,5 bar yaitu 56,82%. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan operasi membran ultrafiltrasi mempengaruhi besar kecilnya rejeksi BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu. Untuk lebih jelas, dapat dilihat hubungan tekanan dan persentase rejeksi membran ultrafiltrasi terhadap BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu pada Gambar 2.

Dari Gambar 2, dapat diketahui bahwa semakin besar tekanan operasi membran ultrafiltrasi, maka persentase rejeksi BOD₅ dan COD semakin besar (pada tekanan



Gambar 2. Rejeksi BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu

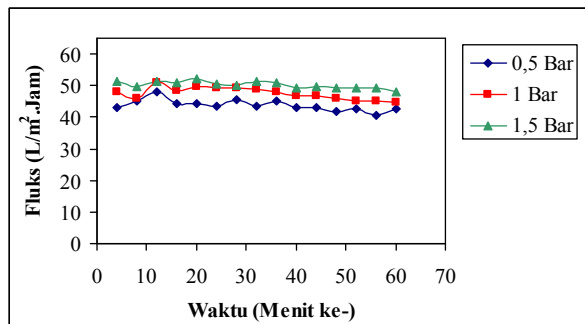
operasi 0,5 bar dan 1 bar). Pada tekanan operasi 1,5 bar rejeksi menurun hal ini disebabkan oleh adanya *deformasi* atau pelebaran ukuran pori-pori membran ultrafiltrasi akibat tekanan yang digunakan terlalu tinggi yang

menyebabkan mikroorganisme yang tertahan pada permukaan membran ultrafiltrasi dapat lolos atau terlewatkan dari membran (Notodarmojo dan Deniva, 2004).

Sebaliknya, rejeksi membran ultrafiltrasi terhadap TSS semakin besar seiring meningkatnya tekanan operasi membran, yaitu 56,82% (tekanan 0,5 bar), 59,09% (tekanan 1 bar) dan 88,64% (tekanan 1,5 bar). Hal ini disebabkan, semakin besar tekanan operasi, fouling yang terjadi pada permukaan membran maupun di dalam membran ultrafiltrasi juga semakin meningkat dan membuat semakin banyak cake yang terbentuk pada permukaan membran. Cake akan berperan sebagai filter tambahan untuk menyaring limbah cair tahu sebelum kontak langsung pada permukaan membran ultrafiltrasi (Karamah dan Andrie, 2007). Hal ini membuat semakin sulitnya zat padat tersuspensi berupa partikel-partikel koloid dalam limbah cair tahu untuk menembus membran ultrafiltrasi bersama air, sehingga membuat kadar TSS pada permeat limbah cair tahu menjadi berkurang dan pada akhirnya meningkatkan persentase rejeksi terhadap partikel-partikel koloid yang tersuspensi tersebut.

3.3. Ketahanan Membran Ultrafiltrasi pada Variasi Tekanan

Profil fluks sepanjang waktu operasi ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 3. Pengaruh waktu operasi terhadap fluks limbah cair tahu

Secara umum fluks cenderung relatif stabil selama 1 jam operasi. Hal ini menunjukkan ketahanan membran masih cukup baik. Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa secara umum fluks meningkat dengan kenaikan tekanan operasi yang dilakukan. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya tekanan maka jumlah volume permeat yang melewati satu satuan luas membran dalam waktu tertentu juga semakin besar (Mulder, 1996).

4. Kesimpulan

- Penyisihan kadar BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu dengan proses koagulasi-flokulasi berturut-turut sebesar 64,06%, 64,02% dan 96,36%.
- Penyisihan kadar BOD₅, COD dan TSS limbah cair tahu hasil proses koagulasi-flokulasi-ultrafiltrasi yang optimum berturut-turut sebesar 34,20%, 38,30% dan 59,09% (tekanan 1 bar).
- Ketahanan membran ultrafiltrasi pada variasi tekanan operasi relatif stabil selama 1 jam operasi

Daftar Pustaka

- Darsono, V. 2007. Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Anaerob dan Aerob. *Jurnal Teknologi Industri 1* : 9-13.
- Fatha, A. 2007. Pemanfaatan Zeolit Aktif untuk Menurunkan BOD dan COD Limbah Cair Tahu. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Karamah, E.F. & Andrie Oktafauzen Lubis. 2007. Pralakuan Koagulasi dalam Proses Pengolahan Air dengan Membran : Pengaruh Waktu Pengadukan Pelan Koagulan Aluminium Sulfat terhadap Kinerja Membran. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*, 2nd edition. Hetherland : Kluwer Academic Publisher.
- Notodarmojo, S. Et al. 2004. Pengolahan Limbah Cair Emulsi Minyak Dengan Proses Membran Ultrafiltrasi Dua-tahap Aliran Cross-flow. *Proc. ITB Sains & Teknologi 1* : 45-62.
- Radiyati, T., dkk. 2000. Pengolahan Kedelai. BPTTG Puslitbang Fisika Terapan (LIPI), hal.9-14
- Sudaryati, N.L.G. et al. 2007. Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan lumpur Aktif dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Ecotrophic 3* : 21-29.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : UI-Press.
- Zuklifi dan Ami A.M. 2001. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu Dengan Rotating Biological Contactor (RBC) Pada Skala Laboratorium. *Jurnal Limnotek*, 8 (1), 21-34.