

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI SUSU
(Liquid Waste Management in Milk Factory)

Wagini, R; Karyono; Agus Setia Budi
Jurusan Fisika FMIPA UGM

Abstrak

Telah dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui kondisi limbah cair industri susu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair industri susu mengandung zat-zat pencemar dalam tingkat yang membahayakan lingkungan, sehingga limbah cair tersebut perlu didaur ulang. Untuk itu diperlukan suatu instalasi peralatan yang mampu mengolah limbah tersebut.

Pada penelitian ini proses pengolahan dilakukan dengan mengkombinasikan proses-proses pengolahan secara Fisika, Kimia dan Biologi. Dengan tahapan proses pengolahan yang dipilih meliputi: proses equalisasi, proses anaerob, proses aerasi, lumpur aktif, proses sedimentasi, proses koagulasi-flokulasi, proses sedimentasi, proses flotasi, proses pengendapan partikel ringan, proses penyaringan dengan pasir dan arang aktif.

Kualitas air hasil pengolahan dianalisa secara Fisika, Kimia dan Biologi melalui parameter-parameter: suhu, kekeruhan, zat padat tersuspensi, zat padat terlarut, daya hantar listrik, PH, BOD, COD dan jumlah bakteri. Penelitian ini menunjukkan air hasil pengolahan aman untuk dibuang kelingkungan.

Kata kunci : pengolahan, limbah cair, industri susu

Abstract

A research to identify the condition of milk industry liquid waste was conducted. The result showed that the waste contained pollutants at the level the endangered the environment. Therefore, the waste had to be recycled in which a liquid waste treatment installation is needed.

In this research, the process of milk industry liquid waste was done by combining processing techniques of physics, chemistry and biology. The processing steps include the processes of: equalization, anaerobe, aeration, sedimentation, coagulation-flocculation, sedimentation, flotation, sedimentation, filtering with sand and activated carbon.

The water resulted from the processes was analyzed in terms of physical, chemical and biological characteristics e.g. temperature, turbidity, suspended solid, solutes solid, conductivity, pH, BOD, COD and amount of bacteria. This research, shows that the water resulted from the treatment was safe for the environment.

Key words: *Treatment, liquid waste, milk factory*

I. PENDAHULUAN

Meskipun kondisi ekonomi masih sangat sulit saat ini, namun pemerintah terus berupaya untuk meningkatkan taraf hidup serta kesejahteraan masyarakat. Salah satu upaya yang sedang digalakkan adalah dengan mengembangkan berbagai sektor industri. Meningkatnya sektor industri disamping dapat mewujudkan tercapainya tujuan tersebut, juga dapat meningkatkan timbulnya dampak negatif. Karena semakin meningkat sektor industri akan diiringi oleh semakin meningkatnya limbah yang dihasilkan. Limbah industri dapat berupa limbah padat (solid waste), limbah cair (liquid waste) dan limbah gas (gaseous waste).

Dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh limbah-limbah tersebut antara lain : membahayakan kesehatan manusia, menimbulkan kerusakan ekosistem termasuk mencemari tanah, air (badan air) dan udara serta dapat merusak keindahan (estetika).

Industri susu juga tidak luput dari masalah limbah yang dihasilkan. Limbah cair yang berasal dari industri susu mempunyai karakteristik khusus, yaitu kerentanannya terhadap bakteri. Limbah tersebut sangat mudah mengalami proses pembusukan dan apabila tidak segera didaur ulang akan sangat membahayakan terhadap lingkungan disekitar industri.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut diatas, maka perlu dicari alternatif pemecahan terhadap kemungkinan pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri susu. Pada penelitian ini dirancang suatu metode proses pengolahan yang sederhana, murah dan efisien untuk mengolah limbah tersebut.

Pada penelitian ini, metode proses pengolahan dipilih kombinasi antara proses Fisika, Kimia dan Biologi. Dengan tahapan proses meliputi : proses equalisasi, proses anaerob, proses aerasi, lumpur aktif, proses sedimentasi, proses koagulasi-flokulasi, proses sedimentasi, proses flotasi, proses pengendapan partikel ringan, proses penyaringan dengan pasir dan arang aktif.

Air hasil pengolahan diuji secara Fisika, Kimia dan Biologi, melalui parameter-parameter : suhu, kekeruhan, zat padat ter-suspensi, zat padat terlarut, daya hantar listrik, PH, BOD, COD dan jumlah bakteri. Dari kualitas air hasil pengolahan diketahui dengan cara membandingkannya dengan standar baku mutu air buangan.

II. DASAR TEORI

A. Pengertian Dasar Pencemaran Air.

Air bersih tidak diukur dari tingkat kemurniannya, tetapi dibandingkan dengan keadaan normalnya. Jika air yang dimaksud telah menyimpang dari keadaan normal air tersebut dikatakan telah mengalami pencemaran (Wardhana, 1995).

Pencemaran air terjadi karena adanya limbah. Limbah merupakan produk samping industri yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya. Bahaya pencemaran yang disebabkan oleh limbah tergantung pada jenis limbah dan karakteristiknya.

B. Sumber dan Karakteristik Limbah Cair Industri Susu

Sumber utama limbah cair industri susu adalah produk yang hilang selama operasi pencucian yang dilakukan secara intensif selama proses produksi. Limbah cair yang berasal dari industri susu karakteristiknya tidak jauh berbeda dari perusahaan makanan lainnya. Tetapi limbah cair yang berasal dari industri susu mempunyai karakteristik khas yaitu kerentanannya terhadap bakteri pengurai. Dengan demikian limbah cair industri susu akan mudah mengalami pembusukan (Agus, 2000).

C. Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik air yang telah mengalami pencemaran dapat diklasifikasi menjadi tiga,

yaitu karakteristik fisis, karakteristik kimia dan karakteristik biologi (Linsley dan Franzini, 1991).

1. Karakteristik Fisis

Perubahan yang ditimbulkan oleh parameter fisis limbah cair, yaitu: suhu, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, kekeruhan, daya hantar listrik, warna, rasa dan bau.

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimiawi ditentukan oleh kandungan unsur yang membentuk sifat-sifat kimia dari limbah cair, yang meliputi : pH (tingkat keasaman), BOD, COD, alkanitas, kadar besi, mangan, clorida, phosphor, sulfur, logam berat dan beracun, fenol, lemak dan minyak.

3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi ditentukan oleh kandungan organisme di dalam air seperti bakteri coliform dan organisme mikro lainnya termasuk ganggang dan jamur.

D. Metode Proses Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair yang telah berkembang hingga saat ini adalah proses pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Dalam penerapannya masing-masing proses dapat berdiri sendiri atau dengan cara mengkombinasikannya (Wagini, 1996).

1. Proses Fisika

Proses pengolahan secara fisika yaitu proses pengolahan yang mengakibatkan perubahan kualitas limbah cair akibat berlangsungnya proses-proses fisis. Proses ini meliputi : proses sekning, flotasi, filtrasi, sedimentasi dan absorpsi.

2. Proses Kimia

Proses pengolahan secara kimia, meliputi proses-proses : koagulasi-flokulasi, yaitu proses pemisahan partikel dengan menambahkan bahan koagulan yang dibantu dengan proses flokulasi. Proses-proses lainnya adalah : proses pertukaran ion dan proses yang mampu menghilangkan zat terlarut organik.

3. Proses Biologi

Proses pengolahan secara biologi sesungguhnya merupakan proses oksidasi yang memanfaatkan aktivitas mikro-organisme. Proses pengolahan secara biologi diklasifikasi berdasarkan ketergantungan prosesnya dengan oksigen, yaitu proses aerob dan proses anaerob.

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian dan Obyek Penelitian

Penelitian pengolahan limbah cair industri susu, dilakukan di Laboratorium Fisika Terapan dan Lingkungan, di bawah Laboratorium Fisika Dasar, Jurusan Fisika FMIPA UGM. Sedangkan obyek yang diteliti adalah limbah cair industri susu PT. Sari Husada Yogyakarta. Bahan-bahan lainnya adalah : tawas sebagai bahan koagulan, batu kapur, arang aktif dan pasir kuarsa sebagai bahan penyaring.

B. Pentahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan-tahapan : studi pusaka, studi lapangan, mendiskripsikan masalah di lapangan, pemilihan proses pengolahan, desain dan penginstalasian peralatan proses, penerapan instalasi peralatan proses, pengujian air hasil pengolahan dan analisa data.

C. Pemilihan Proses dan Alur Proses

Sesuai dengan karakteristik limbah cair industri susu, maka proses-proses pengolahan dipilih dengan mengkombinasikannya proses secara fisika, kimia dan biologi. Proses secara fisika yang dipilih meliputi : proses equalisasi, sedimentasi, filtrasi, flotasi dan penyaringan. Proses secara kimia yang dipilih adalah proses koagulasi dan flokulasi, sedangkan proses biologi adalah proses anaerob dan proses aerasi lumpur aktif.

Pada penelitian ini proses-proses yang telah dipilih tersebut dikombinasikan dan

dipilih alur proses pengolahan limbah cair industri susu secara sekema disajikan pada gambar 1.

D. Instalasi Peralatan Proses

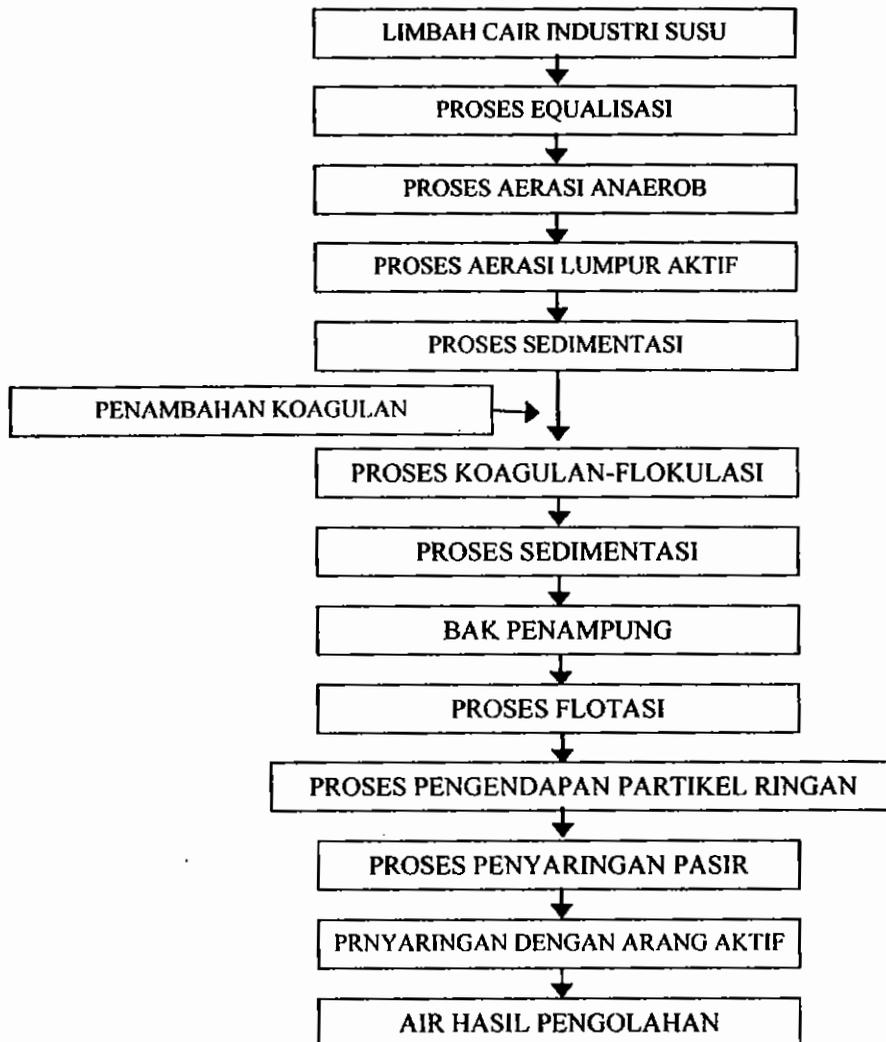
Peralatan proses pengolahan limbah cair industri susu dirancang dalam bentuk bak-bak yang disesuaikan dengan fungsinya. Peralatan hasil rancangan diinstalasi sesuai dengan alur proses yang telah dipilih dan secara sekema disajikan pada gambar 2.

E. Eksperimen Pendahuluan

Sebelum proses pengolahan limbah cair industri susu yang sesungguhnya berlangsung, terlebih dahulu dilakukan eksperimen pendahuluan.

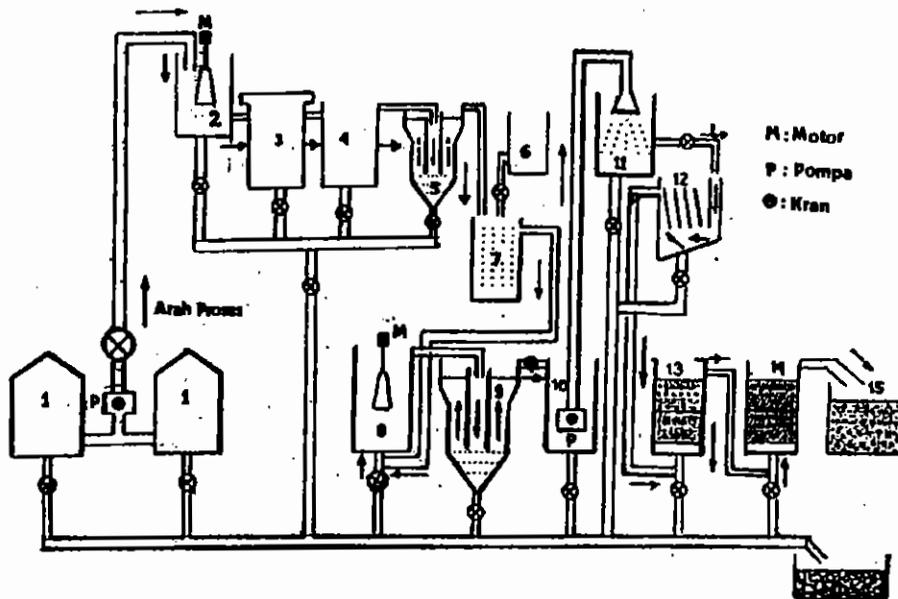
1. Proses Aerasi

Proses ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme. Konsentrasi mikroorganisme yang besar akan menurunkan kandungan bahan pencemar dalam waktu yang sangat singkat.



Gambar 1. Alur Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Susu.

Pengolahan Limbah Cair



Gambar 2. Instalasi Peralatan Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Susu

Keterangan gambar hasil instalasi :

1. Bak Penampungan limbah cair
2. Bak equalisasi
3. Bak aerasi aerob
4. Bak aerasi Lumpur aktif
5. Bak sedimentasi
6. Bak koagulan encer
7. Bak koagulasi
8. Bak flokulasi
9. Bak sedimentasi
10. Bak penampung
11. Bak flotasi
12. Bak pengendapan partikel ringan
13. Bak penyaring dengan pasir
14. Bak penyaring dengan arang aktif
15. Bak stabilisator

Eksperimen pendahuluan ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan mikro-organisme yang paling besar selama kurun waktu 10 jam. Proses aerasi dilakukan dengan memasukkan oksigen ke dalam limbah cair industri susu dengan menggunakan aerator pump. Pemberian oksigen dilakukan secara terus menerus, sebelum dan selama proses aerasi berlangsung, setiap 2 jam dilakukan pengujian terhadap jumlah bakteri untuk mengetahui pertumbuhannya.

2. Analisa *Jart test*

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui optimasi penggunaan bahan koagulan

sebagai destabilisator koloid (Tjokrokusumo, 1995). Pada penelitian ini digunakan bahan koagulan tawas dengan konsentrasi 10% dalam 1000 ml air.

Proses didahului dengan melakukan penambahan koagulan ke dalam setiap 500 ml sampel, dengan variasi dosis koagulan yang disertai pengadukan cepat selama 1 menit dan diteruskan dengan pengadukan lambat selama 2 menit. Setelah proses penambahan koagulan dan pengadukan dilakukan, masing-masing sampel dengan dosis koagulan yang berbeda-beda dipindahkan ke dalam tabung gelas ukur secara perlahan supaya flok yang terbentuk

tidak pecah. Pemantauan dilakukan dengan mengamati warna secara visual dan mengukur besaran pH, kekeruhan dan zat padat tersuspensi.

F. Pengolahan Limbah Cair Industri Susu

Proses sesungguhnya pengolahan limbah cair industri susu dengan peralatan proses hasil instalansi yang disajikan pada gambar 2 dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Tahap 1. Proses equalisasi atau proses penyeragaman, yaitu proses pendahuluan yang akan sangat membantu terhadap proses aerasi anaerob.
- Tahap 2. Proses aerasi anaerob, yaitu proses yang bertujuan untuk menurunkan bahan-bahan organik terlarut dan senyawa organik lainnya dengan bantuan bakteri anaerob.
- Tahap 3. Proses aerasi, bertujuan untuk menurunkan bahan-bahan organik dan senyawa organik lainnya dengan cara memasukkan oksigen secara terus menerus.
- Tahap 4. Proses sedimentasi pertama, proses untuk mengendapkan lumpur yang dihasilkan pada proses aerasi.
- Tahap 5. Proses koagulasi-flokulasi, yaitu proses penambahan dosis koagulan dan dilanjutkan dengan proses pengadukan untuk membentuk flok.
- Tahap 6. Proses sedimentasi kedua, yaitu proses pengendapan terhadap flok yang terbentuk pada proses 5.
- Tahap 7. Proses flotasi, yaitu proses pengapungan untuk meningkatkan laju pemindahan partikel-partikel tersuspensi yang masih ada.
- Tahap 8. proses sedimentasi ketiga, yaitu proses pengendapan partikel ringan.
- Tahap 9. Proses penyaringan dengan pasir, untuk menyaring partikel halus.
- Tahap 10. Proses penyaringan dengan arang aktif, untuk menyerap bahan-bahan kimia yang masih tersisa.

G. Pengujian Air Hasil Pengolahan

Air hasil pengolahan diuji dengan mengukur parameter-parameter : suhu, kekeruhan, zat padat tersuspensi, zat padat terlarut, daya hantar listrik, pH, BOD, COD dan jumlah bakteri. Sedangkan kualitas air hasil pengolahan dapat diketahui dengan cara membandingkan dengan standar baku mutu air buangan.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengujian parameter-parameter kualitas limbah cair sebelum dan setelah diolah disajikan pada tabel 1, serta sebagai pembandingan diambil standar baku mutu air buangan golongan IV.

Hasil eksperimen pendahuluan pada proses aerasi diperoleh kurva hubungan antara pertumbuhan bakteri dengan waktu aerasi, kurva ini disajikan pada gambar 3. Sedangkan dari analisa "jar test" diperoleh kurva penurunan tingkat kekeruhan, jumlah zat padat tersuspensi dan tingkat keasaman (pH) dengan penambahan dosis koagulan, dan masing-masing kurva disajikan pada gambar 4, 5 dan 6.

B. Pembahasan

Hasil pengujian awal terhadap sampel limbah cair industri susu menunjukkan bahwa limbah tersebut mengandung bahan pencemar yang cukup tinggi. Perhatikan tabel 1, parameter-parameter BOD dan COD melebihi ambang batas baku mutu air buangan. Disamping limbah cair industri susu sangat rentan terhadap bakteri.

Dari kurva pertumbuhan bakteri dengan waktu aerasi, lihat gambar 3 menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri relatif konstan dan agak lambat pada 6 jam pertama aerasi. Pertumbuhan yang lambat ini disebabkan oleh adanya suasana baru pada limbah cair, sehingga bakteri perlu menyesuaikan diri. Setelah 8 jam

Tabel 1. Hasil Pengujian Awal Dan Setelah Diolah Limbah Cair Industri Susu.

No	Parameter Yang Diperiksa	Satuan	Keadaan Awal Limbah	Hasil Pemeriksaan	Standar Kaulitas Air III
A. Fisika					
1	Kekeruhan	NTU	380	4	25
2	Zat padat terlarut	Mg/l	640	140	5000
3	Zat padat tersuspensi	Mg/l	490	2	500
4	Suhu	°C	34	30	45
5	Daya hantar listrik	µmhos/cm	900	220	1250
B. Kimia					
1	Keasaman (pH)	-	6,8	7,2	6-9
2	BOD 5 hari 20°	mg/l	900	3	300
3	COD	mg/l	1600	10,2	600
C. Biologi					
1	Jumlah total bakteri	-	18.10	14.10	

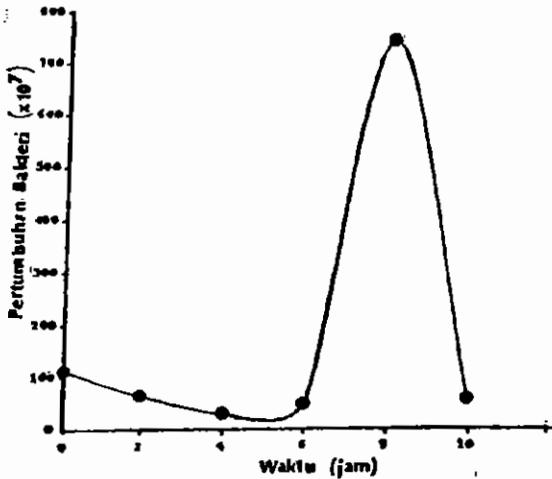
aerasi bakteri mulai tumbuh berlipat ganda dan akhirnya akan turun secara drastis setelah 10 jam. Pertumbuhan bakteri yang berlipat ganda ini mengakibatkan persediaan makanan yang berupa bahan organik yang terkandung didalam limbah akan cepat habis. Apabila keadaan ini berlangsung secara terus-menerus tanpa ada tambahan makanan dari luar maka bakteri akan kelaparan dan mati. Dari eksperimen pendahuluan proses aerasi ini diketahui bahwa pertumbuhan bakteri yang paling maksimum terjadi pada aerasi selama 8 jam dan waktu aerasi inilah digunakan sebagai dasar proses aerasi pada proses pengolahan yang sesungguhnya.

Sedangkan dari analisa *jar test* menunjukkan adanya penurunan tingkat kekeruhan, jumlah zat padat tersuspensi dan pH terhadap penambahan dosis koagulan, lihat gambar 4, 5 dan 6. Penurunan yang besar terjadi pada penambahan dosis koagulan 5 ml. Sedangkan pada penambahan dosis koagulan 10 ml hingga 35 ml justru akan menaikkan tingkat kekeruhan, jumlah zat padat tersuspensi

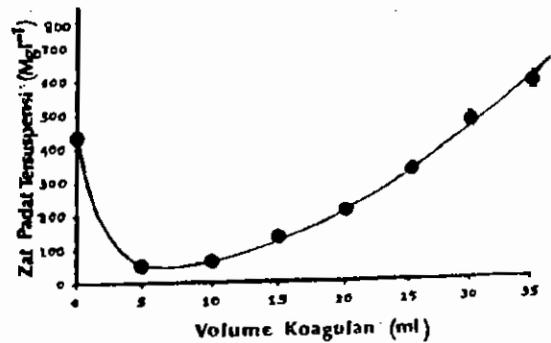
dan tingkat keasaman (pH). Dari analisa ini menunjukkan bahwa penambahan dosis koagulan yang paling ideal untuk proses pengolahan limbah cair industri susu adalah 5 ml kedalam 500 ml sampel. Hasil ini digunakan sebagai dasar pada proses pengolahan yang sesungguhnya.

Optimasi yang diperoleh dari eksperimen pendahuluan diaplikasikan pada proses pengolahan yang sesungguhnya. Berdasarkan karakteristik limbah cair industri susu maka pengolahan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengkombinasikan proses fisika, kimia dan biologi, meliputi proses-proses : equalisasi, proses anaerob, proses aerasi Lumpur aktif, sedimentasi pertama, koagulasi-flokulasi, sedimentasi kedua, flotasi, proses sedimentasi partikel ringan, penyaringan dengan pasir, dan arang aktif.

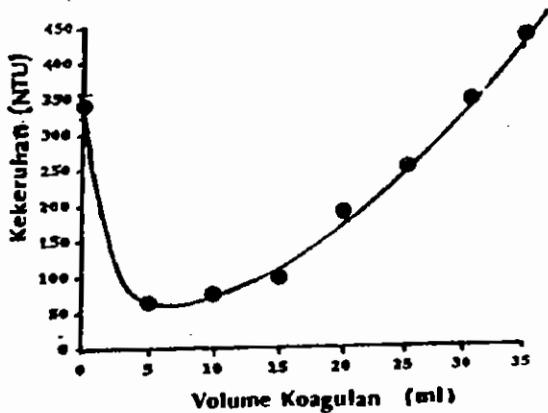
Karakteristik air hasil pengolahan diketahui melalui pengukuran parameter-parameter : suhu, kekeruhan, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, daya hantar listrik, pH, BOD, COD dan jumlah bakteri. Hasil pengujian terhadap



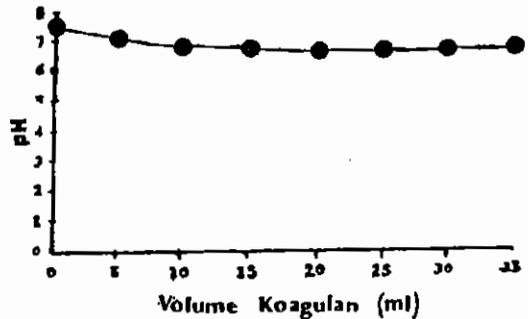
Gambar 3. Kurva Pertumbuhan Bakteri Pada Proses Aerasi Anaerob



Gambar 5. Kurva Penurunan Zat Padat Tersuspensi vs Dosis Koagulan



Gambar 4. Kurva Penurunan Tingkat Kekeruhan vs Dosis Koagulan



Gambar 6. Kurva Penurunan Tingkat Keasaman (pH) vs Dosis Koagulan

air hasil pengolahan limbah cair tersebut menunjukkan bahwa besaran-besaran seperti : kekeruhan, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, BOD dan COD mengalami penurunan yang sangat nyata. Kemudian jika hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan standar baku mutu air buangan golongan III menunjukkan bahwa air hasil pengolahan dari penelitian ini memenuhi kualitas air buangan sehingga cukup aman dibuang ke lingkungan.

IV. KESIMPULAN PENELITIAN

Dari hasil penelitian daur ulang limbah cair industri susu dapat disimpulkan :

1. Limbah cair industri susu mengandung zat pencemar yang cukup tinggi melebihi ambang batas baku mutu air buangan, sehingga akan mengakibatkan pencemaran lingkungan jika limbah tersebut langsung dibuang. Oleh karena itu limbah tersebut harus diolah.

2. Dari eksperimen pendahuluan aerasi anaerob diperoleh pertumbuhan bakteri yang paling maksimum terjadi dengan lama waktu aerasi 8 jam.
3. Penambahan dosis koagulan yang paling ideal pada proses pengolahan limbah cair industri susu adalah 5 ml kedalam 500 ml sampel. Metode penambahan koagulan dan penggunaan alur proses yang dipilih pada proses pengolahan ini dinilai paling efisien.
4. Dengan proses pengolahan yang dipilih pada penelitian ini, diperoleh air hasil pengolahan memenuhi kualitas baku mutu air buangan golongan III, sehingga air hasil pengolahan akan sangat aman jika dibuang ke lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S.B., 2000, Studi Fisis Pengolahan Limbah Cair Industri Susu PT. Sari Husada Yogyakarta, FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Linsey, Ray K., Franzini & Joshep B., 1991, Teknik Sumber Daya Air (terjemahan) jilid 2, edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tjokrokusumo, KRT., 1995, Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air, STTL YLH, Yogyakarta.
- Wagini, R., 1996, Teknologi Daur Ulang Limbah Industri Peternakan Sapi Sebagai Alternatif Diversifikasi Sumber Energi dan Mengatasi Pencemaran Lingkungan, RUT V, FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Wardhana, WA., 1995, Dampak Pencemaran Lingkungan, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.