PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA SEBAGAI KOAGULAN DALAM PENJERNIHAN LIMBAH CAIR DI PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO

TUGAS AKHIR

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh:

VINA PUJI WISMANINGTYAS
NIM: H75215034

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	VINA PUJI WISMANINGTYAS
NIM	:	H75215034
Program Studi	:	TEKNIK LINGKUNGAN
Angkatan	:	2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul: "PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA SEBAGAI KOAGULAN DALAM PENJERNIHAN LIMBAH CAIR DI PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 24 Juli 2019

Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL

TGL. 20

9C3E6AFF896988008

6000

ENAM RIBU RUPIAH

VINA PUJI WISMANINGTYAS

NIM: H75215034

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

NAMA : VINA PUJI WISMANINGTYAS

NIM : H75215034

JUDUL : PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA SEBAGAI KOAGULAN DALAM PENJERNIHAN LIMBAH CAIR DI PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 22 Juli 2019

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Rr. Diah Nugraheni Setyowati, M.T)	(Erry Ika Rhofita, M.P)
NIP. 198205012014032001	NIP. 198709022014032004

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Vina Puji Wismaningtyas ini telah dipertahankan
didepan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 24 Juli 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
(Rr. Diah Nugraheni Setyowati, M.T)	(Erry Ika Rhofita, M.P)
NIP. 198205012014032001	NIP. 198709022014032004

Dosen Penguji III	Dosen Penguji IV
(Sarita Oktorina, M. Kes)	(Teguh Taruna Utama, M.T)
NIP. 198710052014032003	NIP. 201603319

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

(Dr. Eni Purwati, M.Ag)
NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: Vina Puji Wismaningtyas
NIM	: H75215034
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi/Teknik Lingkungan
E-mail address	: vina2puji@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dalam Penjernihan limbah Cair di PT Sinar Sosro Mojokerto

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 04 Agustus 2019

Penulis

(Vina Puji Wismaningtyas)

ABSTRAK

Dampak pertumbuhan IPTEK terhadap lingkungan dapat berupa limbah cair industri yang berasal dari proses produksi sehingga harus dilakukan pengolahan terhadap limbah cair agar aman saat dibuang ke lingkungan. PT Sinar Sosro merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari produksi teh. Pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan cara koagulasi-flokulasi dan sedimentasi. Koagulan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu biji asam jawa. Biji asam jawa yang selama ini dianggap limbah dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami dalam pengolahan limbah cair karena kandungan polielektrolit di dalamnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh pemberian variasi dosis koagulan (1000 mg/l, 2000 mg/l, dan 3000 mg/l), kecepatan pengadukan (100/20 rpm dan 200/40 rpm) dan waktu pengadukan (1/30 menit dan 1/15 menit) terhadap parameter limbah cair yaitu pH, turbiditas, TSS dan COD. Ukuran partikel biji asam jawa diayak dengan ukuran 100 mesh. Analisa data dilakukan dengan uji korelasi pearson dan uji anova.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis yang paling efektif dalam penjernihan limbah cair yaitu 3000 mg/l dengan kecepatan pengadukan 200/40 rpm dan waktu pengadukan 1/15 menit. Dengan perlakuan tersebut mampu menurunkan nilai pH sebesar 2,71% dan turbiditas sebesar 32,71%. Sedangkan tingkat penyisihan TSS tidak berbamding lurus dengan penyisihan turbiditas bisa disebabkan karena ukuran partikel yang besar dan masih terdapat total padatan yang tidak bisa larut dalam air. Nilai COD semakin meningkat karena kandungan organik dalam biji asam jawa sehingga kandungan organik dalam limbah cair juga meningkat.

Kata Kunci: Biji Asam Jawa, Limbah Cair Industri Teh, Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

The impact of the growth of science and technology on the environment can be formed by industrial wastewater that produced from production process so it must be treated in order to safe the environment. PT Sinar Sosro is one of the producers of wastewater derived from tea production. Wastewater can be treated by coagulation-flocculation and sedimentation process. In this study used tamarind seeds as coagulant. Tamarind seeds which have been considered as waste can be used as natural coagulants in processing wastewater because it contain polyelectrolyte. This study was conducted to determine the correlation and effect of coagulant with variation dose (1000 mg / l, 2000 mg / l, and 3000 mg / l), stir speed (100/20 rpm and 200/40 rpm) and stir time (1/30 minutes and 1/15 minutes) based on wastewater parameters, pH, turbidity, TSS and COD. The particle size of tamarind seeds is sieved with a size of 100 mesh. Data analysis was carried out by Pearson correlation test and ANOVA test.

The results showed that the most effective dose in wastewater purification was 3000 mg / l with a stir speed of 200/40 rpm and stir time of 1/15 minutes. The treatment can reduce the pH value of 2.71% and turbidity of 32.71%. Whereas the TSS removal rate not has equal result with turbidity removal rate due to the large particle size and total solids which are insoluble still contained in wastewater. The COD value increases because of the organic content in tamarind seeds so the organic content in wastewater also increases.

Keywords: Tamarind Seeds, Wastewater Industry of Tea, Coagulation, Flocculation, Sedimentation

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
PERNYATAAN PUBLIKASI ..... **ii**
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI AKHIR ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **v**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xiii**
DAFTAR NOTASI ..... **xiv**

BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat 4
1.4.1 Manfaat untuk Akademisi 4
1.4.2 Manfaat untuk Perusahaan 4

BAB II KAJIAN PUSTAKA **5**
2.1 Limbah Cair 5
2.1.1 Definisi Limbah Cair 5
2.1.2 Karakteristik Limbah Cair 5
2.2 Koagulasi 11
2.2.1 Definisi Koagulasi 11
2.2.2 karakteristik Koagulan 15
2.2.3 *Jartest* dan Reaksi Pembentukan Flok 17
2.2.4 Kriteria Desain Bangunan Koagulasi 18

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.3 Flokulasi 19
2.3.1 Definisi Flokulasi 19
2.3.2 Proses Flokulasi 20
2.3.3 Kriteria Desain Bangunan Flokulasi 20
2.4 Sedimentasi 21
2.4.1 Definisi Sedimentasi 21
2.4.2 Proses Sedimentasi 21
2.4.3 Kriteria Desain Bangunan Sedimentasi 22
2.4.4 Perhitungan Lumpur 23
2.5 Studi Terdahulu 25
2.5.1 Studi Tentang Koagulan dalam *Pilot Plan* 25
2.5.2 Studi Tentang Koagulan dalam Skala *Scale Up* 33

BAB III METODE PENELITIAN 35
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 35
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 35
3.3 Prosedur Penelitian 36
3.4 Rancangan Percobaan 39
3.5 Analisis Data 40
3.6 Hipotesis Penelitian 40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 41
4.1 Proses pembuatan koagulan biji asam jawa 41
4.2 Karakteristik limbah cair PT. Sinar Sosro Mojokerto 42
4.3 Proses pengambilan sampel limbah cair 43
4.4 Pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan sampel limbah cair 45
4.5 Hubungan pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap parameter limbah cair 47
4.6 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan 49

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.6.1 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap nilai pH 51
4.6.2 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap kekeruhan 54
4.6.3 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap TSS 58
4.6.4 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap COD..... 61
4.7 Perbandingan Hasil Pengukuran Parameter Limbah Cair dengan Koagulan Biji Asam Jawa 64
4.8 Perbandingan dengan Baku Mutu Limbah Cair 66
4.8.1 Perbandingan nilai pH dengan baku mutu limbah cair..... 67
4.8.2 Perbandingan nilai TSS dengan baku mutu limbah cair..... 67
4.8.3 Perbandingan nilai COD dengan baku mutu limbah cair 68

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 69
5.1 Kesimpulan 69
5.2 Saran 70

DAFTAR PUSTAKA 71

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Desain Bangunan Koagulasi 19
Tabel 2.2 Kriteria Desain Bangunan Flokulasi 20
Tabel 2.3 Kriteria Desain Sedimentasi *Rectangular* 22
Tabel 2.4 Kriteria Desain Sedimentasi *Circular* 23
Tabel 2.5 Studi Tentang Koagulan dalam *Pilot Plan* 25
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan 39
Tabel 4.1 Parameter Limbah Cair PT. Sinar sosro 43
Tabel 4.2 Variasi Kecepatan Pengadukan 46
Tabel 4.3 Variasi Waktu Pengadukan 46
Tabel 4.4 Nilai Korelasi Pearson Pemberian Variasi Terhadap Parameter Limbah Cair 47
Tabel 4.5 Nilai Signifikansi Korelasi Pemberian Variasi Terhadap Parameter Limbah Cair 49
Tabel 4.6 Rata-rata nilai pH setelah diberi perlakuan 52
Tabel 4.7 Rata-rata nilai turbiditas setelah diberi perlakuan 54
Tabel 4.8 Rata-rata nilai TSS setelah diberi perlakuan 59
Tabel 4.9 Rata-rata nilai COD setelah diberi perlakuan 61
Tabel 4.10 Pembanding Penelitian Koagulan Biji Asam Jawa di Berbagai Kolom 64
Tabel 4.11 Jenis-jenis Koagulan 65
Tabel 4.12` Standar Baku Mutu Olahan Limbah Cair Industri Minuman Ringan 66

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kartu Flok 21
Gambar 3.1 Kerangka Pikir Penelitian 37
Gambar 3.2 Proses Pengujian Biji Asam Jawa 38
Gambar 4.1 Penyaringan serbuk biji asam jawa menggunakan ayakan ukuran 100 mesh 41
Gambar 4.2 Serbuk biji asam jawa hasil penyaringan ukuran 100 mesh 42
Gambar 4.3 Unit *Clarifier*..... 44
Gambar 4.4 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap pH..... 52
Gambar 4.5 Efisiensi Penurunan nilai pH setelah diberikan koagulan biji asam jawa..... 53
Gambar 4.6 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap Turbiditas 55
Gambar 4.7 Efisiensi dari penambahan koagulan biji asam jawa terhadap turbiditas..... 56
Gambar 4.8 Sampel limbah cair sebelum diberikan variasi perlakuan..... 57
Gambar 4.9 Sampel limbah cair setelah diberikan variasi perlakuan..... 57
Gambar 4.10 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap TSS..... 59
Gambar 4.11 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap COD 62
Gambar 4.12 Perbandingan nilai pH dengan Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013 67
Gambar 4.13 Perbandingan nilai TSS dengan Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013 67
Gambar 4.14 Perbandingan nilai COD dengan Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013 68

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISTILAH

		Penggunaan Pertama di Halaman
BOD	= *Biological Oxygen Demand*	I-1
COD	= *Chemical Oxygen Demand*	I-1
DO	= *Dissolve Oxygen*	I-1
IPAL	= Instalasi Pengolahan Air Limbah	II-33
TD	= *Time Detention*	I-1
TDS	= *Total Dissolved Solid*	I-1
TS	= *Total Solid*	II-5
TSS	= *Total Suspended Solid*	I-1
WWTP	= *Waste Water Treatment Plant*	III-35

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR NOTASI

µ	= Mikron
Ag_2SO_4	= perak sulfat
CO_2	= Karbon Dioksida
H_2O	= Air
$K_2Cr_2O_7$	= kalium Dikromat (VI)
pH	= Ion Hidrogen
Ppm	= *Part Per Million*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas hidup manusia dipengaruhi oleh kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Perkembangan IPTEK secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan industri. Pertumbuhan industri yang berdampak terhadap lingkungan. Dampak pertumbuhan IPTEK terhadap lingkungan berupa limbah cair industri yang berasal dari proses produksi. Karakteristik limbah cair dibedakan menjadi tiga yaitu karakteristik fisik, kimia dan biologi. Karakteristik fisik limbah cair yaitu TS (*Total Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Soid*), bau, temperatur dan warna. Karakteristik kimia limbah cair yaitu BOD (*Biological Oxygen Demand)*, COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*) dan pH. Sedangkan karakteristik biologi berupa banyaknya mikroorganisme dalam limbah cair (Hariyadi, 2004). Contoh industri yang menyumbang pencemaran lingkungan adalah PT Sinar Sosro berupa limbah cair dari hasil produksi minuman. Karakteristik limbah cair di PT Sinar Sosro sebelum dilakukan pengolahan yaitu COD sebesar 4194,38 mg/l, TSS sebesar 2096,09 mg/l, pH sebesar 5,81 dan kekeruhan sebesar 1,93 NTU (PT sinar Sosro, 2018).

Cara pengolahan limbah cair di PT Sinar Sosro sendiri yaitu mulai dari penyaringan. Terdapat *bar screen* dan *basket screen* yang berfungsi untuk menyaring semua sampah dan kotoran yang akan masuk ke unit pengolahan. Selanjutnya limbah cair akan dilewatkan *grease trap* untuk memisahkan minyak dan air limbah. Setelah itu limbah cair akan ditampung dalam bak *sump pit*. Limbah cair kemudian ditampung dalam bak *equalisasi* yang mempunyai Td ±20 jam untuk menghomogenkan limbah cair. Beban COD pada limbah cair akan didegradasi dengan dialirkan pada unit Anaerob 1 dan Anaerob 2 dengan proses denitrifikasi. Selanjutnya limbah cair akan diolah pada unit *Oxidation Ditch* untuk mendegradasi kandungtan senyawa organik dengan proses mikrobiologi menggunakan lumpur aktif. Lumpur dan air dari limbah akan dipisah dengan pengendapan secara gravitasi pada unit *clarifier*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kemudian limbah cair dialirkan menuju kolam penjernihan untuk menjernihkan effluen limbah cair dengan penambahan koagulan. Lumpur cair yang berasal dari *clarifier* akan ditampung dalam *sludge collector*. Outket dari kolam penjernihan dialirkan menuju kolam indikator yang berisi ikan mas sebagai indikator kualitas effluen air hasil olahan limbah. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sample limbah cair di PT. Sinar Sosro agar dapat mengetahui pemanfaatan biji asam jawa sebagai alteratif koagulan dalam penjernihan limbah cair sisa produksi minuman.

Koagulasi merupakan dicampurkannya koagulan dengan pengadukan secara cepat guna mendistabilisasi koloid dan solid tersuspensi yang halus, dan masa inti partikel, kemudian membentuk jonjot mikro atau mikro flok (Rahimah, 2016). Koagulasi juga diartikan sebagai proses kimia fisik dari pencampuran bahan kimia ke dalam aliran limbah. Selanjutnya dilakukan pengadukan cepat dalam bentuk larutan tercampur (Steel, 1985). Langkah-langkah dalam proses koagulasi yaitu penambahan zat koagulan kedalam limbah cair secara merata dengan pengadukan cepat. Koagulasi terjadi karena reaksi kimia maupun kimia fisika yang kompleks dan perubahan terjadi mengarah ke pembentukan endapan padat dan halus (Subiarto, 2007).

Koagulan yang dipakai dalam penelitian ini merupakan biji asam jawa (*Tamarindus indica*). Biji asam jawa digunakan karena mudah didapat serta lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Biji asam jawa memiliki kandungan protein yang dapat digunakan sebagai koagulan. Koagulan kimia dapat diganti dengan biokoagulan berupa biji asam jawa yang memiliki zat aktif berupa saponin dan tanin yang dapat digunakan untuk menghilangkan mikroba dalam limbah cair (Andre, 2015). Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa dosis biji asam jawa yang optimum adalah 3000 mg/l limbah cair industri tahu pada pH 4 dengan menggunakan ukuran partikel serbuk biji asam jawa 140 mesh mampu menyisihkan turbiditas sebesar 87,88%, TSS sebesar 98,78% dan COD sebesar 22,40% (Enrico, 2008).

Pada penelitian ini digunakan metode koagulasi, flokulasi dan sedimentasi dimana biji asam jawa yang telah dihaluskan akan dicampurkan kedalam limbah cair yang berasal dari proses produsi PT Sinar Sosro

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menggunakan pengadukan metode *batch* dengan alat *jartest*. Variasi dalam penelitian ini yaitu dosis koagulan biji asam jawa (1000 mg/l, 2000 mg/l dan 3000 mg/l), kecepatan pengadukan (koagulasi/flokulasi: 100/20 rpm dan 200/40 rpm) dan waktu pengadukan (koagulasi/flokulasi: 1/30 menit dan 1/15 menit). Setelah itu dilakukan analisis untuk mengetahui nilai pH, COD, TSS dan turbiditas. Analisis menggunakan uji korelasi pearson dan uji Anova. Terakhir dilakukan perbandingan dengan baku mutu limbah cair untuk mengetahui kesesuaian parameter limbah cair berdasarkan baku mutu limbah cair.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hubungan pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan.
2. Bagaimana pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap pH, COD, TSS dan turbiditas limbah cair produksi PT Sinar Sosro.
3. Apakah parameter limbah cair produksi PT Sinar Sosro telah memenuhi Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 setelah ditambahkan koagulan biji asam jawa

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hubungan pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan.
2. Mengetahui pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap pH, COD, TSS dan turbiditas limbah cair produksi PT Sinar Sosro.
3. Membandingkan parameter limbah cair produksi PT Sinar Sosro dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 setelah ditambahkan koagulan biji asam jawa.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini yaitu:

1.4.1 Manfaat untuk Akademisi

Manfaat penelitian ini untuk akademisi yaitu

1. Mahasiswa dapat mengetahui manfaat dari biji asam jawa sebagai koagulan alami.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai sistem pengolahan limbah cair dengan metode koagulasi menggunakan alternatif koagulan biji asam jawa.

1.4.2 Manfaat untuk Perusahaan

Manfaat penelitian ini untuk perusahaan yaitu sebagai masukan bagi perusahaan industri minuman teh dalam kemasan dalam proses penjernihan limbah cair menggunakan alternatif koagulan biji asam jawa yang lebih ekonomis dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan koagulan kimia.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair

2.1.1 Definisi Limbah Cair

Limbah merupakan sisa dari suatu usaha atau kegiatan. Limbah berbahaya dan beracun adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang karena konsentrasi, sifat dan jumlahnya dapat mencemari dan merusak lingkungan hidup, serta membahayakan makhluk hidup baik secara langsung maupun tidak langsung (Suharto, 2010).

Limbah cair adalah bahan buangan berbentuk cair yang berbahaya dan mengandung bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan, sehingga limbah cair tersebut harus diolah agar tidak membahayakan dan tidak mencemari lingkungan. Limbah cair yaitu air yang bersumber dari daerah pemukiman, perkantoran, institusi dan industri yang telah dipergunakan untuk berbagai keperluan. Limbah cair sebelumnya harus dikumpulkan kemudian dibuang dan diolah untuk menjaga lingkungan agar tidak tercemar.(Khaliq, 2015)

2.1.2 Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik limbah cair diketahui dari berbagai parameter kualitas limbah cair tersebut. Menurut Safitri (2009), karateristik limbah cair dibedakan atas :

a. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik dengan parameter yang penting antara lain:

a) Total Zat Padat (*Total Solid*)

Kandungan total zat padat dalam limbah cair merupakan seluruh bahan yang tersisa dari penguapan pada suhu 103^0C sampai 105^0C. Total zat padat menurut ukurannya dapat dikelompokkan atas *suspended solid* dan *filterable solid. Suspended solid* adalah bila padatan dapat ditahan dengan diameter minimum 1µ. Bagian dari *suspended solid* yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengendap dalam *lmhoff cone* disebut *settleabel solid* yang merupakan volume lumpur yang dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi.

Filterable solid digolongkan dalam *colloidal solid* dan *dissolved solid*. *Colloidal solid* adalah partikel yang berukuran antara 1 mμ hingga 1μ. Sedangkan *dissolved solid* terdiri dari molekul dan ion organik maupun anorganik yang terkandung dalam air.

Total Solid tidak dapat dihilangkan dengan cara pengendapan biasa. Zat padatan dapat pula dikelompokkan atas *volatile suspended solid* (*fraksi organik*) yang teroksidasi dan menjadi gas pada suhu 600 ^{0}C dan *fixed suspended solid* (*fraksi anorganik*) yang tersisa dan tertinggal sebagai abu.

b) Total Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solid*)

Padatan terlarut (*dissolve solids*) terdiri dari berbagai macam material yang terlarut di dalam air, diantaranya garam, mineral, logam, serta anion. Sedangkan *Total Dissolved Solids* (TDS) merupakan jumlah dari padatan terlarut yang terdiri dari garam anorganik (kalsium, potassium, magnesium, sodium, *bicarbonates*, *chlorides* dan *sulfates*) dan sebagian kecil jumlah organik lain yang larut dalam air.

c) TSS (*Total Suspended Solids)*

TSS (*Total Suspended Solids*) adalah hasil dari penyaringan padatan terlarut dengan pengendapan secara gravitasi, biasanya merupakan partikel koloid serta untuk mengindikasikan laju sedimentasi (Siswanto, 2010). TSS merupakan residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μm atau lebih besar dari ukuran koloid. TSS dapat berupa lumpur, tanah liat, sulfida, logam oksida, bakteri, ganggang dan jamur.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d) Bau

Bau limbah cair bergantung pada sumbernya, bau dapat disebabkan oleh bahan kimia, plankton, ganggang atau tumbuhan dan hewan air baik yang hidup maupun yang sudah mati.

e) Temperatur

Limbah cair memiliki temperatur yang lebih tinggi daripada asalnya. Temperatur yang tinggi disebabkan oleh pengaruh cuaca dan pengaruh kimia dalam limbah cair serta kondisi bahan yang terdapat dalam saluran limbah cair.

f) Warna

Warna pada limbah cair menunjukkan karakteristik limbah tersebut, bila warna berubah menjadi hitam menunjukkan telah terjadi pencemaran pada limbah cair.

b. Karakteristik Kimia

Sifat kimia berasal dari buangan manusia yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik didalam limbah cair. Kandungan organik tersebut dapat menghasilkan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan bau dan rasa yang tidak sedap. Bahan kimia yang terdapat dalam limbah cair dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Kandungan Organik

a) BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Dalam SNI-6989-72_2009 BOD *(Biological Oxygen Demand)* didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan organik yang terdapat dalam air. Pemeriksaan BOD digunakan untuk menentukan beban pencemaran yang berasal dari air buangan penduduk atau industri serta untuk membuat desain sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Pemecahan bahan organik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dilakukan guna memperoleh energi dan sebagai bahan makanan bagi organisme dari proses oksidasi.

Berkurangnya oksigen dalam proses oksidasi digunakan untuk mengoksidasi bahan organik dan digunakan dalam oksidasi sel dari mikroorganisme serta proses sintesa sel. Uji BOD tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan organik yang terdapat di dalam air, tetapi untuk mengukur jumlah kebutuhan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Semakin banyak jumlah konsumsi oksigen, maka semakin banyak pula kandungan bahan organik di dalamnya (Kristanto, 2002).

Jumlah konsumsi oksigen dalam uji BOD dapat diketahui dengan menginkubasi sampel air pada suhu 20°C selama lima hari. Untuk memecahkan bahan organik secara sempurna pada suhu 20°C dibutuhkan waktu lebih dari 20 hari, tetapi untuk prasktisnya diambil waktu lima hari sebagai standar. Inkubasi yang dilakukan selama 5 hari hanya dapat mengukur ±68% dari total BOD (Sasongko, 1990).

b) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Dalam SNI 6989.2 COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah kebutuhan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana oksidatornya adalah $K_2Cr_2O_7$ atau $KMNO_4$. Nilai COD merupakan ukuran pencemaran air oleh zat-zat organik yang dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Pada pengukuran parameter COD, sebagian besar zat organik dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ dalam keadaan asam yang pada kondisi mendidih atau suhu optimum.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$C_aH_bO_c + Cr_2O_2^{-7} + H^+ \xrightarrow[Ag_2SO_4]{} CO_2 + H_2O + 2Cr^{3+}$$

Kuning Katalisator Hijau

Perak sulfat (Ag_2SO_4) ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi. Sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan klorida yang terdapat dalam air limbah untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi, maka zat oksidator $K_2Cr_2O_7$ masih harus tersisa setelah dilakukan refluks COD. $K_2Cr_2O_7$ yang tersisa menunjukkan banyaknya oksigen yang telah terpakai. $K_2Cr_2O_7$ yang tersisa tersebut ditentukan melalui titrasi dengan Ferro Ammonium Sulfat (FAS). Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut.

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_2^{7-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

Indikator ferroin ditambahkan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu ketika warna hijau biru larutan berubah menjadi coklat merah. Sisa $K_2Cr_2O_7$ dalam larutan blanko adalah $K_2Cr_2O_7$ awal dan diharapkan blanko tidak mengandung zat organik yang dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$.

2. Kandungan Anorganik

a) DO (*Dissolve Oxygen*)

Dissolve Oxygen adalah oksigen terlarut yang terkandung di dalam air yang berasal dari udara dan hasil dari proses fotosintesis tumbuhan air. Oksigen dibutuhkan oleh semua mahluk yang hidup di air seperti ikan, kerang udang dan hewan lain termasuk mikroorganisme. Apabila sungai dijadikan sebagai tempat untuk pembuangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

limbah yang mengandung bahan organik, sebagian besar oksigen yang terlarut digunakan oleh bakteri aerob untuk mengoksidasi CO dan nitrogen dalam bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O. Hal tersebut menyebabkan kadar oksigen terlarut akan berkurang dengan cepat dan akibatnya makhluk hidup dalam air seperti ikan, udang dan kerang akan mati.

b) pH

Konsentrasi ion hidrogen (pH) merupakan parameter penting untuk mengetahui kualitas air dan air limbah. pH sangat berpengaruh dalam proses pengolahan limbah cair. Baku mutu pH yang telah ditetapkan mempunyai nilai antara 6-9. Apabila pH terlalu rendah dapat berpengaruh pada penurunan oksigen terlarut, kebutuhan oksigen menurun serta penurunan selera makan. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pengolahan limbah, diperlukan pengukuran pH serta menambahkan larutan penyangga, agar didapatkan pH yang optimal.

c. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air baik air yang digunakan untuk konsumsi maupun air bersih. Parameter yang digunakan dalam pengukuran secara biologi adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Pengolahan limbah cair secara biologis merupakan proses untuk mengubah senyawa kimia yang terkandung dalam air limbah menjadi bentuk atau senyawa lain yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air. Mikroorganisme dalam air mengkonsumsi bahan-bahan organic kemudian membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan metabolismenya dilakukan dengan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi (Filliazati, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2 Koagulasi

2.2.1 Definisi Koagulasi

Koagulasi adalah proses dicampurkannya koagulan dengan pengadukan secara cepat untuk mendistabilisasi koloid dan padatan tersuspensi yang halus, kemudian membentuk jonjot mikro atau mikro flok (Rahimah, 2016). Flok sendiri merupakan endapan yang dihasilkan dari pembubuhan koagulan sedangkan mikro merupakan sesuatu yang berukuran kecil, jadi mikro flok merupakan endapan yang berukuran kecil yang dihasilkan dari pembubuhan koagulan. Koagulasi dilakukan untuk menurunkan atau menetralkan muatan listrik pada koloid dan partikel tersuspensi. Muatan listrik yang sama pada partikel tersuspensi dalam air yang menyebabkan partikel-partikel tersebut saling tolak menolak sehingga membuat partikel-partikel atau koloid kecil tersebut terpisah satu sama lain.

Koagulasi juga diartikan sebagai proses destabilisasi partikel koloid dengan cara penambahan koagulan. Destabilisasi merupakan proses dimana partikel-partikel koloid akan menyatu dengan koagulan kemudian membentuk jonjot mikro. Koagulan yang digunakan berfungsi untuk membantu proses flokulasi agar dapat terbentuk flok dengan lebih cepat. Parikel koloid hampir sama dengan padatan tersuspensi namun mempunyai ukuran yang lebih kecil yaitu kurang dari 1µm (mikron), dengan kecepatan pengendapan yang sangat rendah. Partikel koloid juga menyebabkan timbulnya kekeruhan dalam air. Dengan proses koagulasi, partikel koloid yang sulit untuk dipisahkan dari air akan menjadi partikel flok yang lebih besar sehingga mudah untuk dipisahkan dengan cara sedimentasi, filtrasi atau proses pemisahan lain. (Said, 2005).

Proses koagulasi berfungsi untuk mengurangi atau menetralkan muatan listrik negatif pada partikel sehingga menimbulkan gaya tarik van der waals untuk menunjang terjadinya agregasi koloid dan zat-zat tersuspensi halus untuk membentuk flok mikro. Reaksi-reaksi pada koagulasi biasanya tidak sempurna sehingga dapat terjadi berbagai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

reaksi samping lainnya dengan kandungan partikel yang ada dalam limbah cair bergantung pada karakteristik limbah cair dan akan terus berubah seiring waktu. Koagulasi meliputi semua reaksi dan mekanisme yang terdapat dalam pendestabilisasian partikel dan pembentukan partikel yang lebih besar melalui proses flokulasi perikinetik (Kristijarti, 2013).

Ada tiga faktor yang menentukan keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu:

a) Jenis bahan koagulan yang dipakai
b) Dosis pembubuhan bahan kimia
c) Pengadukan dari bahan kimia

Ketiga faktor tersebut saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Penentuan ketiga faktor tersebut di lapangan harus dengan pertimbangan yang baik (Darmasetiawan, 2004).

a) Jenis bahan kimia koagulan

Jenis bahan kimia koagulan yang umum dipakai adalah:

1. Koagulan garam logam
2. Koagulan polimer kationik

Contoh koagulan garam logam antara lain:

1. Alumunium sulfat atau tawas ($Al_3(SO_4)_2.14H_2O$)
2. Feri Chloride ($FeCl_3$)
3. Fero Chloride ($FeCl_2$)
4. Feri Sulfhate ($Fe_2(SO_4)_3$)

Proses pengadukan cepat mempunyai peranan yang sangat penting dalam koagulasi yang menggunakan koagulan garam logam karena:

1. Hidrolisis dan polimerisasi merupakan proses yang sangat cepat.
2. Pembubuhan koagulan dan pH yang merata sangat penting dalam pembentukan unsur hidrolisis.
3. Proses absorbsi koagulan berlangsung sangat cepat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Apabila pengadukan yang terjadi terlambat, maka koagulan akan terbuang, karena bereaksi terhadap air.

Sebaliknya, pada proses koagulasi yang menggunakan koagulan jenis polimer kationik, proses pengadukan cepat tidaklah penting karena reaksi hidrolisis tidak terjadi. Proses absorbs koloid yang terjadi lebih lamban karena ukuran koagulan lebih besar. Dilihat dari sudut praktis, waktu pengadukan untuk polimer dapat lebih panjang yaitu 2-5 detik.

b) Dosis pembubuhan koagulan

Dosis pembubuhan koagulan secara praktis ditentukan di laboratorium dengan menggunakan penelitian *jar test*. Prosedur *jar test* pada prinsipnya merupakan replica dari proses pengolahan air dalam skala kecil dan dalam kondisi *batch*. Prosedur *jar test* terdiri dari tahapan sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan *jar test*, terlebih dahulu dilakukan penelitian mengenai kualitas air. Parameter kualitas yang diamati adalah:
   - pH
   - Kekeruhan
   - Warna
2. Sampel air diambil sebanyak 4 atau 6 buah (sebanyak gelas yang ada di *jar test*) kemudian dimasukkan ke dalam gelas *jar test*.
3. Masing-masing gelas kemudian diberi koagulan dengan dosis yang berbeda.
4. Setelah pembubuhan koagulan dilakukan pengadukan cepat dengan kecepatan pengadukan diatas 60 rpm selama satu menit.
5. Setelah diaduk selama satu menit, pengadukan diperlambat hingga 10 rpm untuk meniru proses flokulasi. Pada tahap ini mulai diamati proses pembesaran flok. Pengadukan lambat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ini dilakukan selama 5-10 menit, setelah itu dihentikan untuk kemudian dilihat proses pengendapan.

6. Proses pengendapan diamati selama 5-20 menit. Dari sini dapat dilihat kemampuan flok untuk mengendap.
7. Setelah itu, dilakukan penyaringan/filter terhadap *supernatant* (bagian yang tidak mengendap) dengan menggunakan kertas penyaring.
8. Dengan menggunakan cara/prosedur yang sama, dilakukan kembali percobaan dan pengamatan untuk sampel limbah cair pada gelas-gelas lainnya menurut dosis koagulan yang ditambahkan.
9. Dari seluruh rangkaian percobaan dan pengamatan yang telah dilakukan, kemudian dapat ditarik kesimpulan dosis mana yang paling baik/optimal.

c) Pengadukan koagulan

Tujuan pengadukan adalah untuk menciptakan tumbukan antar partikel dalam limbah cair. Dalam proses koagulasi, pengadukan akan membantu meratakan koagulan yang telah dibubuhkan dengan partikel-partikel koloid. Sedangkan pada proses flokulasi, pengadukan akan menumbukkan partikel-partikel flok yang telah terbentuk hingga menjadi suatu gumpalan yang cukup besar untuk diendapkan. Dengan demikian, yang menjadi fokus utama dalam pengadukan adalah proses tumbukan.

Banyaknya tumbukan partikel yang diaduk dalam limbah cair bergantung pada:

1. Besarnya gradien kecepatan (G=dV/dz)
2. Diameter butir partikel yang bertumbukan (D)
3. Jumlah partikel yang bertumbukan (N)

Secara matematis keterkaitan ketiga faktor diatas digambarkan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{G \times p \times N1 \times N2 \times (d1+d2)^3}{6} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dimana:

N = jumlah tumbukan

N_1 = jumlah partikel dengan diameter d_1

N_2 = jumlah partikel dengan diameter d_2

D = diameter

G = gradien kecepatan (dV/dz)

2.2.2 Karakteristik Koagulan

Senyawa yang terkandung dalam koagulan adalah senyawa yang mempunyai kemampuan untuk mendestabilisasi koloid dengan cara menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid sehingga koloid dapat bergabung satu sama lain membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga mudah mengendap (Kristijarti, 2013).

Menurut Davis dan Cornwell (1991), koagulan merupakan unsur atau zat kimia yang dimasukkan ke dalam air dengan proses koagulasi. Ada tiga hal yang harus diperhatikan pada suatu koagulan, yaitu:

1. Kation bervalensi tiga (trivalen). Kation trivalen merupakan kation yang paling efektif untuk menetralkan muatan listrik koloid.
2. Tidak larut pada kisaran pH netral. Koagulan yang ditambahkan harus dapat mengendap dari larutan, sehingga ion-ion tidak tertinggal dalam air.
3. Tidak beracun (toksik). Hal ini diperlukan untuk menghasilkan air atau air limbah hasil pengolahan agar tidak berbahaya.

Menurut Wenbin et al. (1999), terdapat dua macam koagulan yang sering digunakan yaitu koagulan organik dan koagulan anorganik.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a) Koagulan Kimia

Penggunaan proses kimiawi memiliki kekurangan dibandingkan dengan unit operasi secara fisik yaitu bersifat aditif yang akan mengakibatkan terjadinya peningkatan padatan terlarut dalam air limbah. Contohnya adalah ketika bahan kimiawi ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi penyisihan pada sedimentasi partikel, dapat menyebabkan bertambahnya konsentrasi padatan terlarut dalam air limbah. Kekurangan lain dalam penggunaan koagulan kimia adalah banyaknya lumpur yang dihasilkan. Selain itu biaya penggunaan koagulan dengan bahan kimia biasanya lebih mahal karena bergantung pada kenaikan biaya energi (Rahimah, 2016).

Saat ini koagulan yang sering digunakan adalah koagulan kimia, seperti polialuminium klorida, aluminium sulfat (tawas), *ferric sulfate*, *ferric chloride*, dan *cationic polymer*. Selama ini penggunaan aluminium sulfat menyebabkan timbulnya masalah kesehatan dan menghasilkan lumpur yang lebih banyak. Sehingga cara untuk mengatasinya adalah dengan menggunakan koagulan alami yang banyak tersedia dan untuk mengatasi kelemahan dalam penggunaan koagulan kimia (Effendi, 2017).

b) Koagulan Alami dengan Biji Asam Jawa

Asam jawa dikenal sebagai bahan untuk membuat bumbu dapur dan dapat juga untuk dibuat manisan. Asam jawa termasuk dalam tanaman yang berbuah polong. Batang pohon asam jawa cukup keras dan dapat tumbuh menjadi besar, serta memiliki daun yang rindang. Asam jawa memiliki daun bertangkai panjang yaitu sekitar 17 cm dan memiliki sirip genap. Bunga pada pohon asam jawa berwarna kuning kemerah-merahan. Buah polong asam jawa berwarna coklat dengan memiliki rasa khas yang asam. Dalam buah polong terdapat kulit yang membungkus daging asam jawa dan terdapat biji dengan jumlah 2-5 dengan warna coklat agak

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kehitaman yang berbentuk pipih. Buah polong asam jawa memiliki kandungan senyawa kimia antara lain : tanin, asam anggur, asam sitrat, asam suksinat, pectin dan gula invert. Pada lapisan kulit biji terkandung phlobatanim dan pada bijinya mengandung albuminoid serta pati. Sedangkan pada daunnya terdapat kandungan kimia berupa saponin, kanin dan flavonoid (Hayati, 2015).

Biji asam jawa mengandung komposisi yang beragam. Secara umum, biji asam jawa mengandung protein, karbohidrat, serat dan kandungan mineral yang tinggi. Biji asam jawa dapat digunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi karena memiliki kandungan potein yang terdapat di dalam biji yang berperan sebagai polielektrolit.

Polielektrolit merupakan polimer yang membawa muatan listrik positif atau 17 radient dari gugus yang terionisasi. Pada pelarut yang bersifat polar seperti air, gugus polielektrolit dapat terpisah menjadi partikel atau ion yang lebih kecil kemudian meninggalkan muatan pada rantai polimernya dan melepaskan ion yang berlawanan dalam larutan. Penambahan konsentrasi polielektrolit akan mengakibatkan berkurangnya kestabilan koloid (destabilisasi) dan akan mengurangi gaya tolak menolak antar partikel sehingga dapat menunjang proses sedimentasi (Hayati, 2015).

2.2.3 *Jartest* dan Reaksi Pembentukan Flok

Jar test merupakan suatu percobaan pada skala laboratorium yang berfungsi untuk menentukan dosis optimum penggunaan koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air. Apabila percobaan dengan *jartest* dilakukan secara tepat maka dapat mengoptimalkan proses koagulasi dan floulasi (Oktaviasari, 2016). *Jartest* merupakan salah satu percobaan yang dilakukan dalam laboratorium berfungsi untuk mengevaluasi proses koagulasi maupun flokulasi yang terdapat di lapangan serta untuk mengetahui dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menentukan dosis optimum dari koagulan pada percobaan (Manulang, 2012). Metode *jar test* dapat digunakan untuk menentukan nilai pH dan variasi penambahan dosis koagulan pada skala laboratorium untuk menentukan kebutuhan bahan kimia dalam pengolahan air.

Kecepatan pengadukan merupakan parameter penting dalam pengadukan yang dinyatakan dengan **18radient kecepatan**. Gradien kecepatan merupakan fungsi dari tenaga yang disuplai (P):

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \text{..... (2)}$$

Ket:

P = suplai tenaga ke air (N.m/detik)

V = volume air yang diaduk, m^3

μ = viskositas absolut air, N.detik/m^2

Reaksi kimia untuk menghasilkan flok adalah:

$Al_2(SO_4)_3.14H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 14H_2O + 6CO_2$

Pada air yang tidak cukup memiliki alkalinitas untuk bereaksi dengan alum, maka perlu ditambahkan kalsium hidroksida.

$Al_2(SO_4)_3.14H_2O + 3Ca(OH)_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 14H_2O$

2.2.4 Kriteria Desain Bangunan Koagulasi

Kriteria desain bangunan koagulasi digunakan untuk merencanakan unit koagulasi berdasarkan dengan nilai-nilai atau ukuran yang telah ditentukan. Tabel 2.1 dibawah ini merupakan kriteria desain bangunan koagulasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.1 Kriteria Desain Bangunan Koagulasi

Keterangan	Unit	Kawamura[1]	Reynolds[2]	Darma Setiawan[3]
Gradien Kecepatan (G)	dtk^{-1}	300	700-1000	700-1000
Waktu Detensi (td)	dtk	10-30	20-60	20-40
G x td	-	300-1600	-	20.000- 30.000
pH alum optimum	-	-	4,5-8,0	-

Sumber: Kawamura (1991), Reynolds (1982), Darmasetiawan (2004)

2.3 Flokulasi

2.3.1 Definisi Flokulasi

Flokulasi adalah pengadukan secara perlahan terhadap larutan mikro flok yang menghasilkan jonjot besar kemudian mengendap secara cepat (Rahimah, 2016). Flokulasi adalah proses berkumpulnya partikel flok mikro membentuk kumpulan partikel besar melalui pengadukan atau melalui pengikatan partikel oleh flokulan. Flokulan adalah bahan kimiawi yang bersifat organik, ditambahkan untuk meningkatkan proses flokulasi (Kristijarti, 2013).

Flokulasi digambarkan sebagai proses ketika ukuran partikel meningkat akibat dari tumbukan antar partikel. Flokulasi dibedakan menjadi:

1. Flokulasi perikinetik yaitu proses pembentukan flok oleh adanya gerak thermal (panas) yang dikenal sebagai gerak Brown. Gerak acak dari partikel koloid yang ditimbulkan karena adanya tumbukan antar molekul air akan mengakibatkan terjadinya gabungan antar partikel menjadi lebih kecil yaitu 1 < 100 mμ.
2. Flokulasi orthokinetik yaitu suatu proses terbentuknya flok yang diakibatkan oleh gerak pada media misalnya berasal dari pengadukan. Kecepatan aliran pada air akan berubah terhadap tempat dan waktu. Perubahan kecepatan dari satu titik ke titik lainnya disebut sebagai gradien kecepatan. Dengan adanya perbedaan kecepatan aliran pada media cair akibatnya akan terjadi tumbukan atau kontak antar partikel (Rahimah, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tujuan flokulasi adalah pembentukan partikel melalui pengumpulan dari partikel mikro yang dapat disisihkan dengan pemisahan partikel yang efisien, seperti proses sedimentasi gravitasi dan filtrasi. Flokulasi air limbah dapat digunakan untuk meningkatkan penyisihan BOD dan partikel tersuspensi pada unit pengendapan primer, memperbaiki kinerja unit pengendapan sekunder setelah proses lumpur aktif, dan sebagai salah satu pengolahan pendahuluan untuk penyaringan effluen sekunder.

2.3.2 Proses Flokulasi

Proses flokulasi merupakan pengadukan lambat yang dilakukan pada gradien kecepatan <100 per detik selama 10 hingga 60 menit. Secara spesifik, nilai G dan td bergantung pada sasaran dari pengadukan cepat.

2.3.3 Kriteria Desain Bangunan Flokulasi

Kriteria desain bangunan flokulasi digunakan untuk merencanakan unit flokulasi berdasarkan dengan nilai-nilai atau ukuran yang telah ditentukan Tabel 2.2 dibawah ini merupakan kriteria desain bangunan flokulasi.

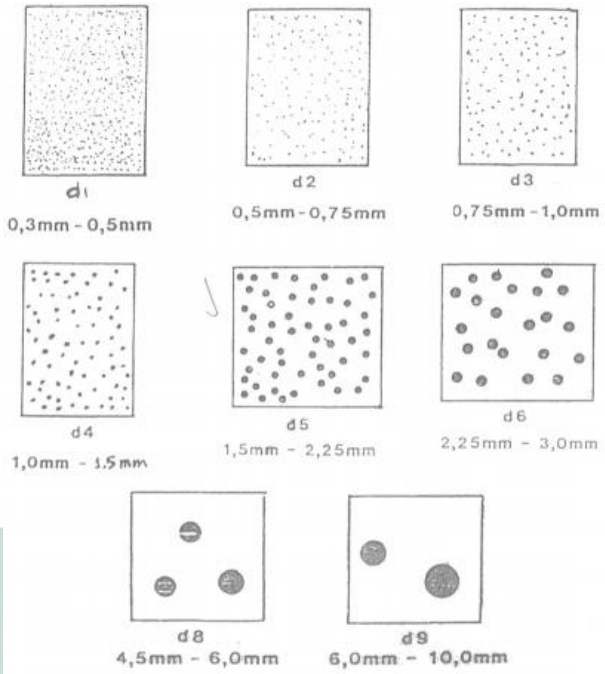
Tabel 2.2 Kriteria Desain Bangunan Flokulasi

Keterangan	Unit	Kawamura[1]	Reynolds[2]	Darma Setiawan[3]
Gradien Kecepatan (G)	dtk^{-1}	60-10	80-20	70-20
Waktu Detensi (td)	Menit	30-40	-	10-20
G x td	-	-	-	10^4-10^5

Sumber: Kawamura (1991), Reynolds (1982), Darmasetiawan (2004)

Gambar 2.1 berikut ini merupakan kartu flok yang menunjukkan diameter flok-flok hasil *Jartest* dengan pengamatan visual

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.1 Kartu Flok (Sumber: Utama, 2010)

2.4 Sedimentasi

2.4.1 Definisi Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan partikel tersuspensi atau flok dengan pengendapan secara gravitasi. Proses sedimentasi pada pengolahan air limbah bertujuan untuk menghilangkan partikel tersuspensi yang dilakukan sebelum proses pengolahan selanjutnya. Unit sedimentasi berfungsi untuk mengurangi kekeruhan dan padatan tersuspensi pada air yang telah tergabung menjadi flok yang dihasilkan pada poses flokulasi. Cara memisahkan partikel padat dari suspensi (flok) dengan unit sedimentasi melalui gaya gravitasi.

2.4.2 Proses Sedimentasi

Gumpalan padatan yang terbentuk pada proses koagulasi masih berukuran kecil (jonjot mikro). Kemudian gumpalan kecil (flok mikro) ini akan terus saling bergabung membentuk gumpalan yang lebih besar dalam proses flokulasi. Dengan terbentuknya gumpalan yang lebih besar, maka beratnya akan bertambah. Penambahan berat dari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

gumpalan tersebut akan bergerak ke bawah secara gravitasi dan mengendap pada bagian dasar bak sedimentasi.

2.4.3 Kriteria Desain Bangunan Sedimentasi

Menurut Kawamura (1991), pertimbangan dalam desain penting untuk desain proses sedimentasi adalah:

1. Proses pengolahan secara keseluruhan.
2. Materi tersuspensi dalam limbah cair.
3. Kecepatan pengendapan pasrtikel tersuspensi yang disishkan.
4. Kondisi iklim local, misalnya temperatur.
5. Karakteristik limbah cair.
6. Karakteristik geologi tempat instalasi.
7. Variasi debit pengolahan.
8. Aliran putaran pendek dalam bak sedimentasi.
9. Metode penyisihan lumpur.
10. Biaya dan bentuk bak sedimentasi.

Bentuk bak sedimentasi terdapat dua macam yaitu bentuk *rectangular* dan *circular*. Tabel 2.3 dibawah ini merupakan kriteria desain bangunan sedimentasi *rectangular*.

Tabel 2.3 Kriteria Desain Sedimentasi *Rectangular*

Keterangan	**Unit**	**Kawamura[1]**	**Reynolds[2]**
Beban Permukaan Air	m/jam	0,83-2,5	-
Tinggi Air	M	3-5	1,8
Td	Jam	1,5-4	45-60
Kemiringan Plate	o	60-90	>75
Panjang	M	-	1,5-6
Lebar	M	-	-
P:L	M	6:1-4:1	-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keterangan	Unit	Kawamura[1]	Reynolds[2]
L:H	M	3:1-6:1	2:1
Freeboard	cm	0,6	-
Re	m/m	<2000	0,3-0,7
Fr	nt	$>10^{-5}$	-
Efisiensi	%	0,3-1,7	-

Sumber: Kawamura (1991), Reynolds (1982)

Sedangkan untuk kriteria desain bangunan sedimentasi *circular* dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Kriteria Desain Sedimentasi *Circular*

Keterangan	Unit	Kawamura[1]	Reynolds[2]	Darmasetiawan[3]
Kec. Aliran	m/detik	-	-	<0,3
Diameter	M	-	4,5-90	-
Tinggi bak	M	3-5	1,8-5	-
N_{Re}	-	<2000	-	<500
N_{FR}	-	$>10^{-5}$	-	$>10^{-5}$
Td	Jam	1-3	2-8	1-2
Kec. Pengendapan	m/jam	-	1,2-1,4	1-2
Weir loading	m^2/jam	7	20,4-37,35	-

Sumber: Kawamura (1991), Reynolds (1982), Darmasetiawan (2004)

2.4.4 Perhitungan Lumpur

Perhitungan lumpur yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan COD dan TSS. Berikut ini merupakan cara untuk menghitung lumpur dalam limbah cair.

1. **Pengukuran COD**

   COD merupakan ukuran pencemaran air oleh zat-zat organik yang dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Rumus Perhitungan COD (*Chemical Oxygen Demand)*

$$\text{COD (ppm)} = \frac{(b-a)\times 8000\times \text{N FAS}}{(\text{ml sample})} \times \text{faktor pengenceran}$$

Keterangan :

a = Volume FAS yang digunakan (pada sample)

b = Volume FAS yang digunakan (pada blanko)

N FAS = Normalitas FAS

b. Perhitungan N FAS

N_{FAS}=

$$\frac{Volume\ 0{,}1\ N\ larutan\ K_2Cr_2O_7(ml)\times Normalitas\ larutan\ K_2Cr_2O_7}{Volume\ larutan\ FAS\ yang\ digunakan\ (ml)}$$

2. Pengukuran TSS

TSS (*Total Suspended Solids*) merupakan hasil dari penyaringan padatan terlarut dengan pengendapan secara gravitasi.

Rumus TSS :

$$\text{TSS (ppm)} = \frac{(b\text{-}a)}{(\text{nilai sampel})} \times 1000000$$

Ket :

A = berat kertas saring awal

b = berat kertas saring akhir (dengan sample)

1000000 = konversi dari ml/g ke mg/l (ppm)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.5 Studi Terdahulu

2.5.1 Studi Tentang Koagulan dalam *Pilot Plan*

Penelitian mengenai pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan ini tidak terlepas dari penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan acuan. Hasil penelitian yang dijadikan perbandingan berkaitan dengan topik penelitian yaitu mengenai metode koagulasi dan flokulasi dengan pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan dalam penjernihan limbah cair. Penelitian terdahulu memudahkan dalam menentukan langkah-langkah sistematis untuk penyusunan penelitian dari segi konsep dan metode. Referensi dari penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Studi Tentang Koagulan dalam *Pilot Plan*

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
Efektivitas Penambahan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) dalam Menurunkan TSS pada Limbah Cair Tahu di Kecamatan Pontianak Utara	Hery Irawan, Rochmawati , Asmadi (2014)	- Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah *one group pretest posttest* yaitu suatu penelitian untuk membandingkan hasil kelompok eksperimen sebelum diberi perlakuan menggunakan ekstrak biji asam jawa dengan kelompok eksperimen setelah diberiperlakuan ekstrak biji asam jawa.Dalam rancangan ini pengelompokan anggota sampel pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tidak dilakukan secara random atau acak.	- Nilai TSS limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan serbuk biji asam jawa sebesar 2937,6 mg/l dan setelah penambahan koagulan serbuk biji asam jawa menjadi 1401,6 mg/l - Dosis serbuk biji asam jawa yang paling optimal dalam menurunkan TSS limbah cair tahu adalah 600 mg/l dengan penurunan 1401,6 mg/l dengan	Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair yang berasal dari sisa produksi PT Sinar Sosro. Metode yang digunakan adalah koagulasi dengan koagulan biji asam jawa. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dosis koagulan (1000 mg/l, 2000 mg/l, 3000 mg/l) kecepatan pengadukan koagulasi/flokulasi: 100/20 rpm dan 200/40 rpm) dan waktu pengadukan (koagulasi/flokulasi: 1/30 menit dan 1/15 menit). Hasil analisa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
		- Pengambilan sampel di ambil langsung pada tempat penampungan limbah cair tahu dipabrik tahu yang berada di Jalan Selat Sumba. Setelah diperoleh sampel tersebut langsung di bawa ke Laboratorium Kesehatan Lingkungan Poltekes untuk dilakukan uji Jartest dan selanjutnya sampel di analisis di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura untuk dianalisis kandungan TSS awal sebelum di beri perlakuan dan setelah di beri perlakuan pada kandungan limbah cair tahu.	tingkat efektivitas sebesar 54,104%.	parameter limbah cair dibandingkan dengan Peraturan Gubenur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya serta diuji dengan uji Anova
Kemampuan Serbuk Biji Asam Jawa dalam Menurunkan TSS, Turbiditas, dan Amoniak Pengolahan Limbah Cair PT. Utama Multiniaga Indonesia	Dita Kartika, Nurjazuli, Budiyono (2016)	Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan metode *true experimental research.* Teknik pengambilan sampel penelitian ini menggunakan *Grab Sampling.* Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pretest-Posttest with Control Group* dengan masing-masing 5 kali pengulangan. Total sampel 30 *pretest* dan 30 *posttest.*	- Dosis optimum koagulan serbuk biji asam jawa dalam menurunkan kadar TSS dan turbiditas pada limbah cair rokok adalah 0,5 gr/l. - Ada perbedaan kadar TSS, turbiditas, dan amoniak dalam limbah cair rokok setelah perlakuan koagulasi	-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
			flokulasi dengan variasi dosis serbuk biji asam jawa 0,5 gr/l, 1,0 gr/l, 1,5 gr/l, 2,0 gr/l, 2,5 gr/l (p=0,0001)	
Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) Sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil	Niken Indriana Sari (2018)	- Dilakukan pengukuran TSS dan COD pada limbah cair dengan Variasi dosis koagulan (biji asam jawa dan alum) 1000, 1500, 2000 mg/L Variasi dosis biji asam jawa + alum 1000:2000, 1500:1500, 2000:1500 mg/L - kemudian dilakukan pengadukan pada kecepatan 100 rpm selama 3 menit. - Dilihat hasil pengendapannya dengan variasi pengendapan 50, 60, 70 menit	- Dosis koagulan biji asam jawa optimum 2 gr/L pada waktu pengendapan 70 menit, mampu menyisihkan TSS sebesar 87.23% dan COD sebesar 81.95%. - Untuk rasio kombinasi biji asam jawa dan alum yang tercapai pada rasio massa 1:2 pada limbah cair industri tekstil dengan waktu pengendapan 70 menit, mampu menyisihkan TSS sebesar 50,43% dan COD sebesar 73.11%.	
Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Pengolahan Air	Fitri Ayu Wardani dan Tuhu Agung. R (2014)	1. Melakukan analisa awal TSS, kekeruhan dan pH air sungai jagir. 2. Menyiapkan serbuk biji asam jawa dengan diameter partikel yang bervariasi yaitu 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh. 3. Memasukkan air sungai ke dalam 5	Kondisi terbaik penyisihan TSS ada pada dosis koagulan 1000 mg/l dengan diameter partikel koagulan biji asam jawa 100 mesh mampu menyisihkan sebesar 74,07%. Sama halnya dengan	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
Sungai		beaker glass masing-masing berisi 500 ml sampel dan menambahkan biji asam jawa sebagai koagulan sebanyak 500, 1000, 1500, 2000, dan 2500 mg/L dalam waktu yang bersamaan. 4. Kemudian melakukan pengadukan cepat dengan putaran 100 rpm selama 1 menit dan melanjutkannya dengan pengadukan lambat dengan kecepatan putaran pengaduk 45 rpm selama 15 menit. 5. Memberi kesempatan sampel air yang telah mengalami pengadukan untuk proses penggabungan flok agar mengendap dalam waktu 60 menit. 6. Setelah terjadi pengendapan, mengambil sampel yang sudah jernih untuk menganalisa kekeruhan .	penyisihan TSS, penyisihan kekeruhan pada air sungai juga efektif pada dosis koagulan 1000 mg/l dengan diameter partikel koagulan 100 mesh mampu menyisihkan sebesar 51,79%.	
Pemanfaatan Biji Asam Jawa (T*amarindusindi ca*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Menurunkan Kadar Cod Dan Bod Dengan Studi Kasus Pada	Gary Intan Ramadhani dan Atiek Moesriati (2013)	1. Beaker diisi dengan sampel limbah cair industri sebanyak 500 ml dan pHnya diukur. Kemudian koagulan ditambahkan ke dalam beaker sebanyak dosis yang telah ditentukan sesuai dengan variabel dosis koagulan. Sampel kemudian diaduk cepat (koagulasi) dan diaduk	Terdapat korelasi antara dosis koagulan dan kecepatan pengadukan yang diberikan terhadap efisiensi penurunan kadar BOD, COD dan TSS dengan biji asam sebagai koagulan memperoleh hasil yang optimum	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
Limbah Cair Industri Tempe		lambat (flokulasi) sesuai dengan variabel kecepatan pengadukan yang telah ditentukan sebelumnya pula dan di lakukan variasi sebanyak variabel dosis tersebut. Setelah dilakukan pengadukan, sampel didiamkan mengendap selama 60 menit. Kadar BOD,COD dan TSS dianalisa. 2. Setelah didapatkan dosis dan kecepatan optimum dari variasi diatas, selanjutnya dilakukan variasi terhadap lamanya waktu pengadukan. Dosis dan kecepatan pengadukan yang digunakan dalam variasi kali ini adalah dosis dan kecepatan optimum yang telah diperoleh dari analisa pengaruh dosis dan kecepatan sebelumnya. 3. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada percobaan kali ini. Persen penyisihan TSS dan kadar BOD&COD – vs – dosis koagulan diplot pada kertas grafik lalu dosis dan efisiensi removal optimumnya dipilih	berada pada dosis 1500 mg/l limbah dan kecepatan putaran koagulasi 180 rpm dan kecepatan putaran untuk flokulasi sebesar 80 rpm dengan lama pengadukan lambat selama 45 menit dimana diperoleh secara berturut-turut efisiensi *removal* BOD sebesar 82,62%, COD sebesar 81,72% dan TSS sebesar 76,47%.	
Pemanfaatan Serbuk Biji	Etik Isman Hayati (2015)	1. Angka turbiditas dan COD awal limbah tempe	- Waktu pengadukan	-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
Asam Jawa (*Tamarindusindica L)* Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe		diukur sebagai kontrol. 2. Menyiapkan 5 beaker glas dan diisi sampel limbah cair tempe 200 mL. 3. Menambahkan serbuk biji asam jawa pada limbah cair tempe pH 4 masing-masing 300 mg berukuran 100 mesh dengan variasi waktu pengadukan 10, 15, 20, 25, dan 30 menit. Setelah setiap penambahan koagulan diaduk dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. 4. Menganalisa nilai kekeruhan dan COD	optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa adalah 20 menit - pH optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbukbiji asam jawa adalah 4 - Dosis optimum koagulan serbuk biji asam jawa dalam pengolahan limbah cair tempe adalah 1500 mg/L	
Penentuan Dosis Optimum Koagulan Biji Asam Jawa *(Tamarindus Indica L)* dalam Penurunan TSS dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Kota Malang	Evy Hendriarianti, Humairoh Suhastri (2011)	**Variabel Penelitian** •Variabel terikat : - TSS - COD •Variabel kontrol : pH (pH diukur setiap 60 detik sekali) •Variabel tetap : - ukuran mesh serbuk Biji Asam Jawa 150 mm - kecepatan pengadukan cepat 200 rpm - kecepatan pengadukan lambat 20 rpm - waktu pengadukan cepat 1 menit	Dosis optimum biokoagulan Biji Asam Jawa *(Tamarindus Indica L)* adalah 3,5 gr/lt pada kecepatan putaran flokulasi 20 rpm. Tingkat penurunan TSS dan COD limbah penyamakan kulit masing-masing sebesar 83,3% dan 92,2%.	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
		- waktu pengadukan lambat 30 menit - waktu pengendapan 60 menit • Variabel bebas : - dosis koagulan biji asam 1,5; 2,5; 3,5 gr/lt		
Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD pada Air Limbah Usaha *Laundry*	Andre, Irawan Wisnu Wardhana, Endro Sutrisno (2015)	1. Menentukan dosis optimum dan efisiensi koagulan biji asam jawa untuk menurunkan konsentrasi fosfat dan COD pada air limbah *laundry* 2. Mendeskripsikan hubungan antara dosis koagulan biji asam jawa dengan penurunan konsentrasi fosfat dan COD pada air limbah *laundry*	- Dosis optimum koagulan dari biji asam jawa untuk menurunkan fosfat dan COD pada 1000 ml sampel air limbah *laundry*, secara berurutan, adalah 3 gr/l dan 3,5 gr/l, dengan efisiensi *removal* setinggi 59,64% dan 52,47% - Pada penurunan fosfat, dosis koagulan hanya memiliki pengaruh 38,7% atau tidak berasosiasi dan tidak berpengaruh secara signifikan. Sebaliknya, dosis ternyata memiliki korelasi yang kuat dengan penurunan COD. Koagulan	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
			dari biji asam jawa memiliki pengaruh yang signifikan sebesar 68,5%, terhadap penurunan COD pada air limbah *laundry*	
Tamarindus Indica Seed As Natural Coagulant For Traditional Gold Mining Wastewater Treatment	Hefni Effendi, Rofi'ul Hidayah and Sigid Hariyadi (2017)	Setelah limbah cair diendapkan 1 jam, limbah supernatan atau cairan yang telah dipisahkan dari sedimen dipindahkan ke dalam botol sampel dan disimpan dalam lemari es. Sebanyak 250 mL limbah cair diaduk dengan cepat (200 rpm) selama satu menit. Setelah itu koagulan serbuk biji asam dimasukkan dengan dosis 0,3 g / L, 0,4 g / L dan 0,5 g / L dengan rangkap tiga. Kemudian dengan cepat diaduk selama satu menit dan diaduk perlahan (20 rpm) selama 30 menit. Selanjutnya, disimpan selama satu jam. Pengukuran mengacu pada pH, COD, TSS dan. Kualitas air dianalisis sebelum dan sesudah proses koagulasi. Persentase perubahan kualitas air (COD, TSS dan	Bubuk koagulan biji asam dapat menurunkan konsentrasi TSS (24,32 ± 9,74%) dan merkuri (59,70 ± 33,33%). Namun, COD tidak dapat diturunkan dengan koagulan bubuk biji asam. Penurunan kadar merkuri tertinggi terjadi pada dosis 0,3 g / L, sedangkan penurunan TSS tertinggi ada pada 0,4 g / L.	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil	Rencana Penelitian
		merkuri) ditentukan berdasarkan rasio konsentrasi sebelum dan sesudah perlakuan dengan bubuk koagulan biji asam. Rancangan acak lengkap (RAL) diterapkan untuk menentukan respon dari pengobatan dosis koagulan.		

2.5.2 Studi Tentang Koagulan dalam Skala *Scale Up*

Contoh penelitian tentang koagulan dalam skala *scale up* dilakukan untuk mengetahui efektivitas dari *pre-treatment* koagulasi-flokulasi limbah cair medis, yang berasal dari ruang farmasi dan laboratorium patologi dengan studi kasus RSCM. Persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menetapkan waktu penelitian, menyiapkan bahan baku, koagulan, dan peralatan koagulasi-flokulasi yang akan digunakan. Kemudian dilakukan prosedur penelitian, penelitian dilakukan terhadap sampel limbah cair medis yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik limbah cair medis, kemudian limbah diolah dengan *pre-treatment* koagulasi-flokulasi sehingga diketahui dosis optimal koagulan yang digunakan dan batas toleransi influen bagi limbah cair medis sebelum masuk unit IPAL.

Pre-treatment dilakukan dengan variabel dosis $FeCl_3$ yang berbeda-beda, yakni 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, dan 350 mg. Koagulasi dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan *Jartest* dengan kecepatan 200 rpm selama 60 detik. Flokulasi dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan *Jartest* dengan pengadukan lambat selama 20 menit dan kecepatan 40 rpm. Pengendapan dilakukan selama 20 menit. Selanjutnya dilakukan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengolahan data terhadap hasil penelitian yang sudah dilakukan untuk mengetahui karakteristik limbah cair medis dan keefektifan dari *pre-treatment* terhadap parameter BOD, COD, pH, temperatur dan juga dosis optimal dari koagulan yang digunakan.

Hasil pengolahan *Pre-treatment* dengan koagulasi–flokulasi yang dilakukan terhadap limbah cair medis tidak berpengaruh banyak terhadap temperature dan dapat mengurangi nilai pH seiring bertambahnya dosis koagulan yang digunakan. Pada dosis optimal, yaitu 150 ppm, dapat mengurangi nilai COD hingga mencapai 66%, menaikan nilai BOD hingga mencapai -150%, dan memiliki pH dengan nilai 4,81. *Pre-treatment* koagulasi–flokulasi menghasilkan rasio BOD/COD dengan nilai sebesar 0,0168. Rasio BOD/COD yang dihasilkan masih jauh dari rasio BOD/COD yang diharapkan yaitu 0,6 sehingga *pretreatment* koagulasi–flokulasi merupakan suatu pengolahan yang kurang efektif digunakan. Kecilnya debit limbah cair medis yang dihasilkan, sehingga desain unit koagulasi–flokulasi menggunakan peralatan portable yang cara kerjanya menyerupai kerja unit koagulasi–flokulasi. Peralatan yang digunakan adalah steel drum, yang berfungsi sebagai pengumpul limbah dalam waktu tertentu, dan drum mixer, yang berfungsi sebagai unit koagulasi–flokulasi (Manullang, 2012).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian ini dillaksanakan selama bulan Maret 2019 sampai Juli 2019. Sampel diperoleh dari PT Sinar Sosro di Jl. Ir. Sutami Lingkar Awang-awang Ds. Candirejo, Dsn. Awang-Awang, Mojosari, Kabupaten Mojokerto. Tempat penelitian di Laboratorium WWTP PT. Sinar Sosro dan Laboratorium Integrasi *Physich Chemistry and Environment* UIN Sunan Ampel Surabaya.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

a) Persiapan Koagulan

Alat yang digunakan yaitu blender dan *Jartest* sedangkan bahan yang digunakan yaitu Biji Asam Jawa.

b) Pengukuran pH

Alat yang digunakan yaitu pH meter.

c) Pengukuran COD

Alat yang digunakan yaitu selang air pendingin, erlenmeyer 500 ml, buret, pipet volume 10 ml, *hot plate*, spatula, timbangan analitik. Bahan yang digunakan adalah aquades bebas CO_2, larutan pereaksi asam sulfat (H_2SO_4, Ag_2SO_4), larutan baku kalium dikromat / *digestion solution*, larutan indikator feroin, larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 N dan asam sulfamat (NH_2SO_3H).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d) Pengukuran TSS

Alat yang digunakan untuk pengukuran TSS yaitu oven, desikator, corong, neraca analitik dan pipet. Bahan yang digunakan adalah kertas saring dan sampel limbah cair.

e) Pengukuran Turbiditas

Alat yang digunakan adalah turbidimeter.

3.3 Prosedur Penelitian

Tahap dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi Limbah Cair PT. Sinar Sosro

Analisa awal sampel limbah cair diambil dari sisa produksi minuman kemasan PT Sinar Sosro sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Parameter yang dianalisa adalah nilai pH, COD, TSS dan turbiditas.

b. Tahap Persiapan Koagulan

Biji asam jawa dipisahkan dari dagingnya dan dibersihkan. Kemudian biji asam jawa di blender hingga menjadi serbuk lalu di ayak dengan menggunakan ukuran partakel yang berbeda-beda lalu dikeringkan pada oven dengan suhu 105 °C selama 30 menit untuk menghomogenkan dan mengurangi kadar airnya. Serbuk biji asam jawa selanjutnya siap digunakan sebagai koagulan.

c. Proses Pengolahan Limbah Cair dengan Koagulan Biji Asam Jawa dengan variasi ukuran serbuk biji asam jawa, dosis koagulan dan waktu pengadukan

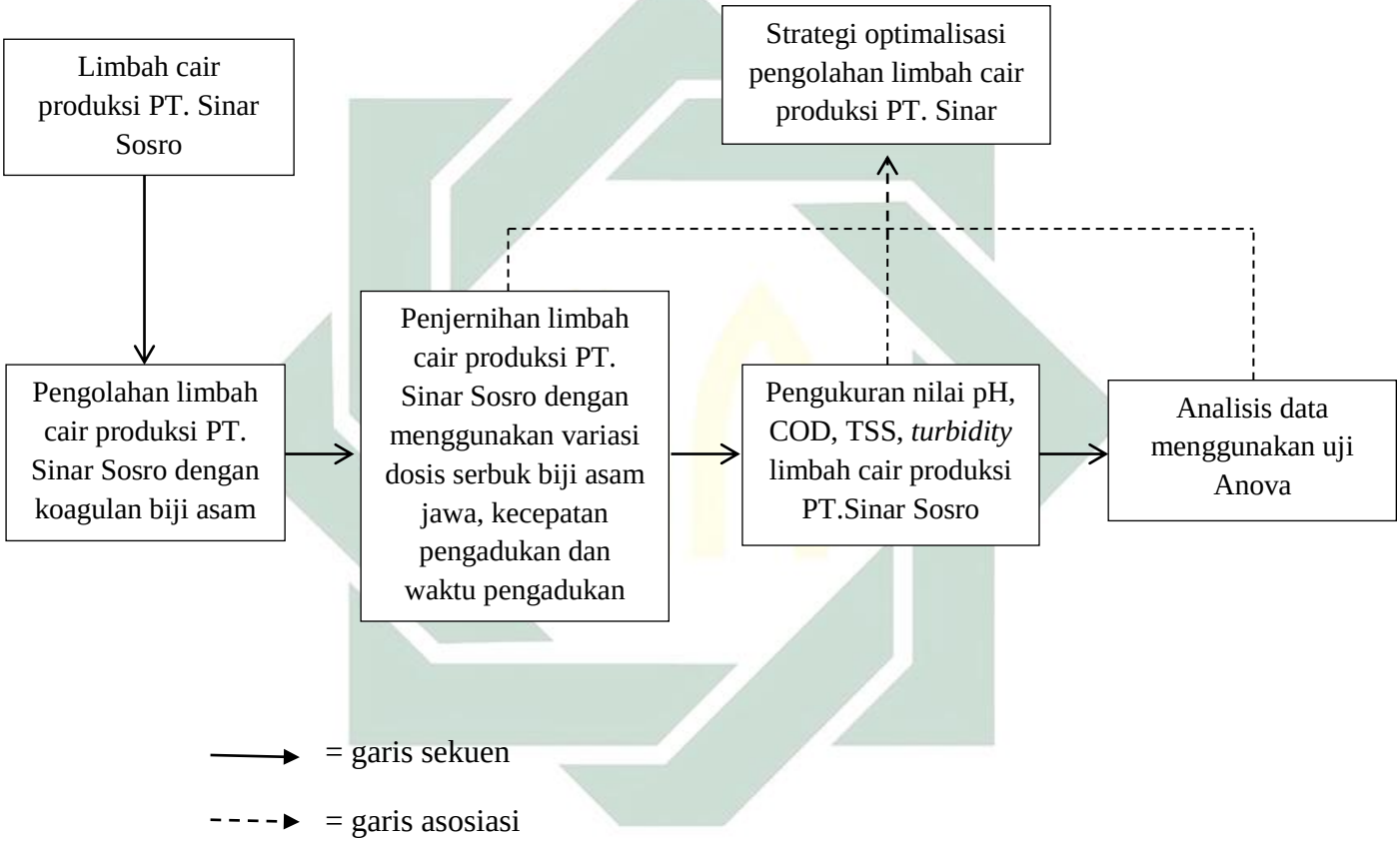
Langkah pertama yaitu menyiapkan serbuk biji asam jawa dengan diameter partikel ukuran 100 mesh dan diukur densitasnya. Selanjutnya mencampurkan limbah cair yang telah dilakukan analisa awal parameternya (pH, COD, TSS dan kekeruhan) dengan biji asam jawa sebagai koagulan dengan dosis 1000, 2000 dan 3000 mg/L dalam waktu yang bersamaan. Kemudian melakukan pengadukan terhadap sampel menggunakan sistem *batch* dengan alat *jartest* dengan variasi kecepatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengadukan (koagulasi/flokulasi: 100/20 rpm dan 200/40 rpm) dan waktu pengadukan (koagulasi/flokulasi: 1/30 menit dan 1/15 menit). Sampel limbah cair yang telah diaduk kemudian didiamkan dalam waktu 60 menit untuk mengendapkan flok (Darmasetiawan, 2004).

Kerangka Pikir Penelitian

Gambar 3.1 berikut ini merupakan kerangka pikir penelitian.

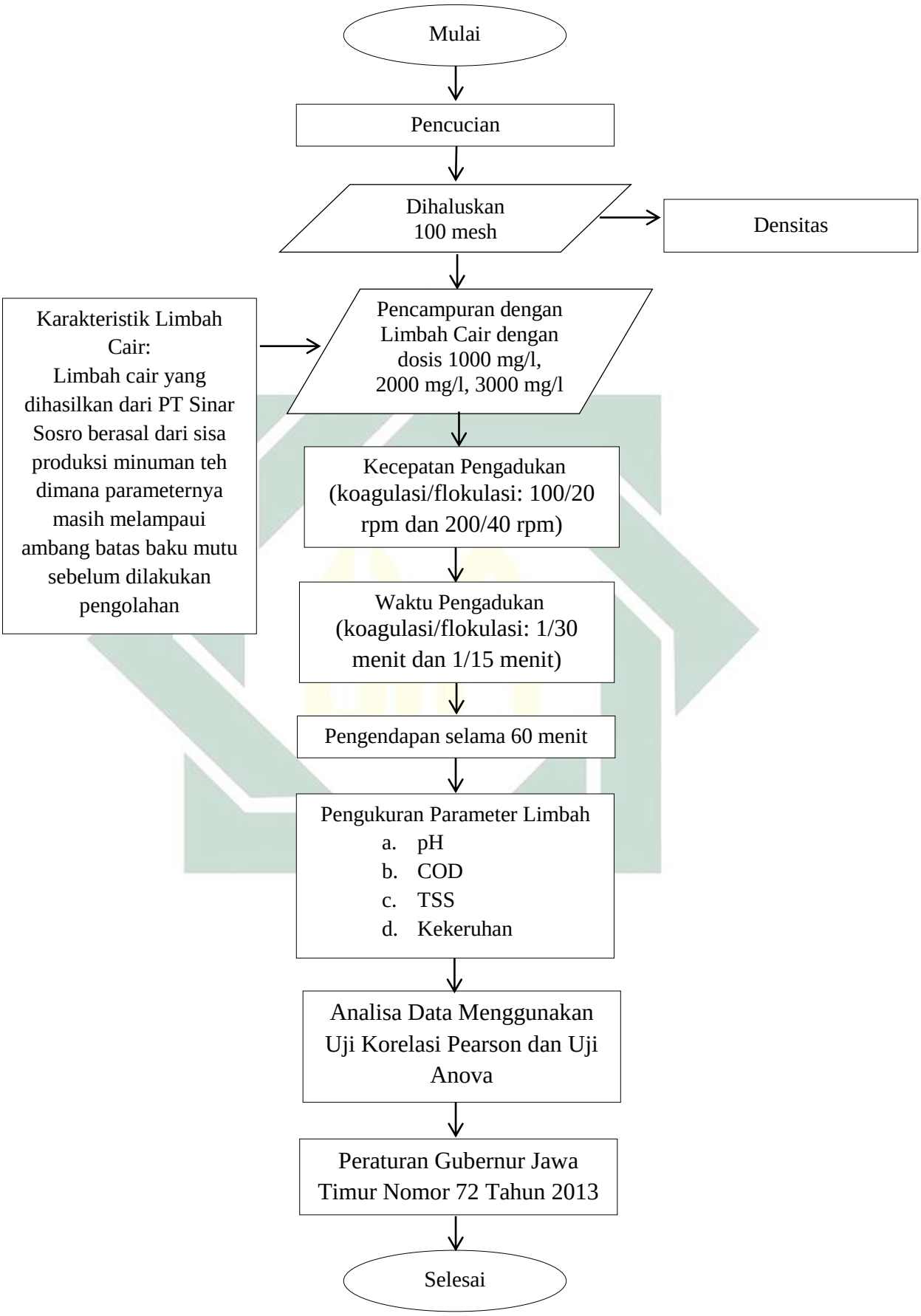


Gambar 3.1 Kerangka Pikir Penelitian

Teknik Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini, sampel berupa limbah cair produksi PT. Sinar Sosro. Untuk proses pengujian biji asam jawa dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.3 Proses Pengujian Biji Asam Jawa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan kali ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAL) dimana kondisi unit percobaan relatif homogen yang artinya tidak ada faktor lain yang mempengaruhi respon diluar faktor yang diteliti. Rancangan Acak Lengkap disusun dalam 3 ulangan. Rancangan ini memiliki 3 faktor yaitu A (dosis koagulan biji asam jawa), B (kecepatan pengadukan) dan C (waku pengadukan). Kombinasi dari ketiga faktor tersebut ditampilkan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan

A	B	C	
		C1	C2
A1	B1	A1 B1 C1	A1 B1 C2
	B2	A1 B2 C1	A1 B2 C2
A2	B1	A2 B1 C1	A2 B1 C2
	B2	A2 B2 C1	A2 B2 C2
A3	B1	A3 B1 C1	A3 B1 C2
	B2	A3 B2 C1	A3 B2 C2

Keterangan:

Faktor III : A = Dosis koagulan

A_1 = 1000 mg/l

A_2 = 2000 mg/l

A_3 = 3000 mg/l

Faktor I : B = Kecepatan pengadukan

B_1 = 100 / 20 rpm (koagulasi/flokulasi)

B_2 = 200 / 40 rpm (koagulasi/flokulasi)

Faktor II : C = Waktu pengadukan

C_1 = 1 / 30 menit (koagulasi/flokulasi)

C_2 = 1 / 15 menit (koagulasi/flokulasi)

Setiap kombinasi dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 36 sampel macam kombinasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5 Analisis Data

Hasil percobaan yang telah diberikan perlakuan (pemberian dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan) selanjutnya diuji dengan uji korelasi pearson yaitu uji untuk mengetahui apakah ada hubungan antara dua variabel atau lebih. Serta dilakukan uji Anova untuk membandingkan seluruh pasangan rata-rata perlakuan setelah uji analisis ragam dilakukan. Uji Anova digunakan untuk melihat rata-rata lebih dari 2 sampel berbeda secara signifikan atau tidak serta untuk mengetahui apakah sampel mempunyai varians populasi yang sama atau tidak.

3.6 Hipotesis Penelitian

Dari penelitian tersebut dapat ditarik hipotesis:

1. H_0 = Tidak ada hubungan dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap penjernihan limbah cair produksi PT. Sinar Sosro.

   H_1 = Ada hubungan dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap penjernihan limbah cair produksi PT. Sinar Sosro.

2. H_0 = Tidak ada pengaruh dosis koagulan biji asam jawa,waktu prngadukan dan kecepatan pengadukan terhadap pH, COD, TSS dan turbiditas pada limbah cair.

   H_1 = Ada pengaruh dosis koagulan biji asam jawa,waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan terhadap pH, COD, TSS dan turbiditas pada limbah cair.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Koagulan Biji Asam Jawa

Pada proses awal pembuatan serbuk koagulan biji asam jawa yaitu memisahkan biji asam jawa dari dagingnya. Selanjutnya membersihkan biji asam jawa yang sudah terpisah dari buahnya. Kemudian biji asam jawa dikeringkan dibawah sinar matahari selama sehari untuk menghomogenkan dan mengurangi kadar airnya. Langkah selanjutnya biji asam jawa di blender hingga menjadi serbuk halus. Lalu serbuk biji asam jawa di ayak dengan menggunakan saringan ukuran partikel 100 mesh. Serbuk biji asam jawa selanjutnya siap digunakan sebagai koagulan. Gambar 4.1 berikut ini menunjukkan proses penyaringan serbuk biji asam jawa menggunakan ayakan ukuran 100 mesh dan gambar 4.2 berikut merupakan serbuk biji asam jawa hasil penyaringan ukuran 100 mesh.

Gambar 4.1 Penyaringan serbuk biji asam jawa menggunakan ayakan ukuran 100 mesh (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.2 Serbuk biji asam jawa hasil penyaringan ukuran 100 mesh (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.2 Karakteristik Limbah Cair PT. Sinar Sosro Mojokerto

Limbah cair yang dihasilkan di PT. Sinar Sosro berasal dari proses produksi teh. Karakteristik limbah cair di PT Sinar Sosro sebelum dilakukan pengolahan yaitu COD sebesar 4194,38 mg/l, TSS sebesar 2096,09 mg/l, dan pH sebesar 5,81 (PT sinar Sosro, 2018). Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi ini harus diolah terlebih dahulu agar tidak mencemari lingkungan dan harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Cara pengolahan limbah cair di PT Sinar Sosro sendiri yaitu mulai dari penyaringan. Terdapat *bar screen* dan *basket screen* yang berfungsi untuk menyaring semua sampah dan kotoran yang akan masuk ke unit pengolahan. Selanjutnya limbah cair akan dilewatkan *grease trap* untuk memisahkan minyak dan air limbah. Setelah itu limbah cair akan ditampung dalam bak *sump pit*. Limbah cair yang masuk ke bak *sump pit* sebesar 27 m^3 dan Td selama 2,5 jam. Limbah cair kemudian ditampung dalam bak *equalisasi* dengan volume yang masuk 234 m^3 yang mempunyai Td 19,5 jam untuk menghomogenkan limbah cair. Beban COD pada limbah cair akan didegradasi dengan dialirkan pada unit Anaerob 1 dan Anaerob 2 dengan proses denitrifikasi. Volume yang diolah pada unit Anaerob 1 sebesar 112 m^3 dengan Td 32 jam dan volume yang diolah pada unit Anaerob 2 sebesar 468 m^3 dengan Td 55 jam.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selanjutnya limbah cair akan diolah pada unit *Oxidation Ditch* untuk mendegradasi kandungan senyawa organik dengan proses mikrobiologi menggunakan lumpur aktif. Volume limbah cair yang diolah pada unit *Oxidation Ditch* sebesar 700 m^3 dengan Td 58 jam. Lumpur dan air dari limbah akan dipisah dengan pengendapan secara gravitasi pada unit *clarifier*. Volume yang diolah pada unit *ckarifier* sebesar 113,5 m^3 dengan Td 9,5 jam. Kemudian limbah cair dialirkan menuju kolam penjernihan untuk menjernihkan effluen limbah cair dengan penambahan koagulan. Lumpur cair yang berasal dari *clarifier* akan ditampung dalam *sludge collector*. Outket dari kolam penjernihan dialirkan menuju kolam indikator yang berisi ikan mas sebagai indikator kualitas effluen air hasil olahan limbah. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sample limbah cair di PT. Sinar Sosro agar dapat mengetahui pemanfaatan biji asam jawa sebagai alteratif koagulan dalam penjernihan limbah cair sisa produksi minuman. Tabel 4.1 berikut ini merupakan parameter limbah cair produksi di PT. Sinar Sosro sebelum ditambahkan koagulan biji asam jawa.

Tabel 4.1 Parameter Limbah Cair Produksi PT. Sinar Sosro

No.	Parameter	Nilai
1.	pH	8,86
2.	Turbiditas (NTU)	23,8
3.	TSS (mg/l)	30
4.	COD (mg/l)	95,2

Sumber: Hasil Analisis, 2019

4.3 Proses Pengambilan Sampel Limbah Cair

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sampel limbah cair produksi minuman ringan yang berasal dari unit *clarifier*. Pada unit *clarifier* lumpur akan dipisah dari air limbah dengan pengendapan secara gravitasi. Pada unit *clarifier* lumpur akan terendapkan pada bagian bawah bak dan mengalir secara gravitasi ke *sludge collector* dan sebagian akan di *recycle* sesuai kebutuhan (tergantung nilai TSS di *Oxidation Ditch*). *Overflow* dari *clarifier* akan mengalir secara gravitasi ke kolam penjernihan. Gambar 4.3 berikut ini merupakan unit *clarifier* untuk pengambilan sampel.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.3 Unit *Clarifier* (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Proses pengambilan sampel limbah cair disesuaikan dengan SNI 6989.59:2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Dimana wadah dari sampel terbuat dari bahan gelas atau plastik poli etilen (PE) atau poli propilen (PP), dapat ditutup dengan kuat dan rapat, bersih dan bebas kontaminan, tidak mudah pecah dan tidak berinteraksi dengan contoh. Untuk tiap perlakuan (dosis koagulan, kecepatan dan waktu pengadukan) sampel dimasukkan kedalam botol gelap ukuran 300 ml. Sebelumnya wadah atau botol gelap terlebih dahulu dicuci dengan deterjen dan disikat untuk menghilangkan partikel yang menempel di permukaan, kemudian botol dibilas dengan air bersih hingga seluruh deterjen hilang, lalu botol dibiarkan mengering di udara terbuka, selanjutnya botol yang telah dibersihkan diberi label untuk tiap perlakuan, setelah itu botol siap digunakan untuk pengambilan contoh

Kolam penjernihan berfungsi untuk menjernihkan effluen WWTP dari *clarifier* dengan penambahan koagulan. Jika effluen telah jernih dengan penambahan koagulan maka air limbah akan dialirkan menuju kolam indikator yang berisi ikan sebagai indikator kualitas effluen air hasil olahan limbah untuk selanjutnya dialirkan ke titik pelepasan. Koagulan yang digunakan oleh perusahaan menggunakan koagulan kimia untuk menjernihkan limbah cair produksi minuman. Penelitian ini dilakukan dengan mengganti koagulan kimia dengan alternatif koagulan yang lebih

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ekonomis dan lebih ramah lingkungan. Biji asam jawa digunakan sebagai koagulan karena lebih ekonomis dan ramah lingkungan sebab kandungan protein yang terdapat didalam bijinya dapat berperan sebagai polielektrolit. Penambahan konsentrasi polielektrolit akan mengakibatkan berkurangnya kestabilan koloid dan akan mengurangi gaya tolak menolak antar partikel sehingga dapat menunjang proses pengendapan.

4.4 Pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan sampel limbah cair

Pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai pH serta kadar kekeruhan, TSS dan COD dengan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi sehingga dapat diketahui pengaruhnya jika diterapkan penggunaannya terhadap limbah cair industri minuman ringan. Koagulan biji asam jawa ini telah memenuhi karakteristik sebagai koagulan. Koagulan biji asam jawa ini merupakan kation bervalensi tiga (trivalen) dimana kation tersebut yang paling efektif untuk menetralkan muatan listrik koloid sehingga dapat membentuk flok kemudian mengendap secara gravitasi. Koagulan biji asam jawa tidak larut pada kisaran pH netral, sehingga dengan pemberian koagulan biji asam jawa ion-ion dapat mengendap dari larutan. Koagulan biji asam jawa ini juga tidak beracun karena bersifat organik, hal tersebut diperlukan untuk menghasilkan air limbah hasil pengolahan agar tidak berbahaya. Untuk variasi dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yaitu sebagai berikut:

1. Variasi dosis koagulan: 1000 mg/l, 2000 mg/l dan 3000 mg/l. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dosis koagulan biji asam jawa terhadap parameter COD, TSS dan turbiditi yang sesuai untuk penjernihan limbah cair produksi minuman ringan. Serta pengaruhnya terhadap pH setelah dilakukan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Variasi kecepatan pengadukan

   Variasi kecepatan pengadukan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh faktor kecepatan pengadukan terhadap kinerja koagulan biji asam jawa terhadap nilai pH serta parameter COD, TSS dan turbiditi limbah cair produksi minuman ringan setelah dilakukan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Tabel 4.2 berikut ini merupakan variasi kecepatan pengadukan dengan koagulan biji asam jawa.

Tabel 4.2 Variasi Kecepatan Pengadukan

Koagulasi (rpm)	Flokulasi (rpm)
100	20
200	40

3. Variasi waktu pengadukan

   Variasi waktu pengadukan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh faktor lamanya waktu pengadukan terhadap kinerja koagulan biji asam jawa terhadap nilai pH serta parameter COD, TSS dan turbiditi limbah cair produksi minuman ringan setelah dilakukan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Tabel 4.3 berikut ini merupakan variasi waktu pengadukan dengan koagulan biji asam jawa.

Tabel 4.3 Variasi Waktu Pengadukan

Koagulasi (menit)	Flokulasi (menit)
1	30
1	15

Ada tiga faktor yang menentukan keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu jenis bahan koagulan yang dipakai, dosis pembubuhan bahan kimia dan pengadukan dari bahan koagulan. Ketiga faktor ini saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Penentuan ketiga faktor tersebut di lapangan harus dengan pertimbangan yang baik. Dalam proses koagulasi, pengadukan akan membantu meratakan koagulan yang telah dibubuhkan dengan partikel-partikel koloid dalam limbah cair. Sedangkan pada proses

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

flokulasi, pengadukan akan menumbukkan partikel-partikel flok yang telah terbentuk hingga menjadi suatu gumpalan yang cukup besar yang kemudian diendapkan (Darmasetiawan, 2004). Berdasarkan teori tersebut dapat diketahui bahwa kecepatan dan waktu pengadukan koagulan membantu meratakan koagulan yang telah dibubuhkan dengan partikel koloid serta dapat menumbukkan partikel-partikel flok yang telah terbentuk hingga menjadi suatu gumpalan yang cukup besar untuk dapat diendapkan. Sedangkan jumlah dosis digunakan untuk mengetahui efektifitas dari kecepatan dan waktu pengadukan koagulan.

4.5 Hubungan pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap parameter limbah cair

Pemberian variasi dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan dapat diketahui hubungannya terhadap parameter limbah cair dengan uji korelasi pearson. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara dua variabel atau lebih. Kuat atau tidaknya korelasi tergantung dari nilai R dimana hubungan akan semakin kuat jika nilai R mendekati 1. Tabel 4.4 berikut ini merupakan nilai korelasi pearson pemberian variasi terhadap parameter limbah cair.

Tabel 4.4 Nilai korelasi pearson pemberian variasi terhadap parameter limbah cair

Parameter	Variasi		
	Dosis Koagulan	Kecepatan Pengadukan	Waktu Pengadukan
pH	-0,771	0,074	-0,148
Turbiditas	-0,116	-0,439	-0,176
TSS	-0,277	-0,201	-0,043
COD	0,717	-0,271	-0,212

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan tabel 4.4 diatas dapat diketahui kuat atau tidaknya hubungan antara variasi dan parameter limbah cair. Pemberian variasi dosis koagulan biji asam jawa terhadap parameter pH menunjukkan nilai -0,771 yang menunjukkan nilai R mendekati 1. Itu berarti seiring dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penambahan koagulan maka nilai pH juga akan semakin turun dan dosis koagulan ini memiliki korelasi yang kuat terhadap nilai pH. Sedangkan untuk kecepatan pengadukan koagulan dan waktu pengadukan terhadap parameter pH menunjukkan nilai R yang memiliki selisih jauh untuk mendekati nilai 1. Hal itu menunjukkan korelasi yang lemah terhadap parameter pH.

Pemberian variasi dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap turbiditas menunjukkan nilai R masih memiliki selisih jauh untuk mendekati angka 1 yang berarti pemberian variasi memiliki korelasi yang lemah terhadap turbiditas. Pemberian variasi terhadap parameter TSS menunjukkan nilai R masih memiliki selisih jauh untuk mendekati angka 1 yang berarti variasi dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan memiliki korelasi yang lemah terhadap TSS. Pemberian dosis koagulan terhadap nilai COD menunjukkan nilai korelasi 0,717 yang berarti memiliki korelasi yang kuat terhadap nilai COD karena nilai R mendekati 1. Itu berarti seiring penambahan dosis koagulan maka nilai COD juga akan semakin meningkat. Sedangkan pemberian variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan menunjukkan nilai R masih memiliki selisih jauh untuk mendekati angka 1 yang berarti memiliki korelasi yang lemah terhadap nilai COD.

Nilai signifikansi korelasi digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara dua variabel atau lebih. Tabel 4.5 berikut ini merupakan nilai signifikansi korelasi pemberian variasi dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap parameter limbah cair.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.5 Nilai signifikansi korelasi pemberian variasi terhadap parameter limbah cair

Parameter	Variasi		
	Dosis Koagulan	Kecepatan Pengadukan	Waktu Pengadukan
pH	0,000	0,668	0,389
Turbiditas	0,501	0,007	0,305
TSS	0,102	0,239	0,802
COD	0,000	0,111	0,215

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari tabel 4.5 diatas dosis koagulan terhadap pH memiliki nilai signifikansi korelasi 0,000 itu berarti H_0 ditolak karena nilai probabilitasnya <0,05. Sedangkan variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap pH, nilai siginifikansi korelasinya >0,05 maka H_0 diterima. Untuk kecepatan pengadukan terhadap turbiditas memiliki nilai signifikansi 0,007 yang berarti H_0 ditolak karena nilai probabilitasnya <0,05. Sedangkan variasi dosis koagulan dan waktu pengadukan terhadap turbiditas memiliki nilai signifikansi korelasi >0,05 yang artinya H_0 diterima. Pemberian variasi dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap TSS memiliki nilai signifikansi korelasi >0,05 yang berarti H_0 diterima. Pemberian variasi dosis koagulan terhadap COD memiliki nilai signifikansi korelasi 0,000 yang berarti H_0 ditolak karena nilai probabilitasnya <0,05. Sedangkan variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap COD, nilai siginifikansi korelasinya >0,05 maka H_0 diterima.

4.6 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan

Pada penelitian ini, dilakukan variasi dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan untuk pengetahui dosis, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang sesuai untuk penjernihan limbah cair dengan pengukuran pH, COD, TSS dan turbiditas. Terdapat 12 sampel untuk ketiga variabel tersebut dengan pengulangan perlakuan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Dalam penelitian penentuan dosis, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan, limbah cair hasil produksi minuman ini terlebih dahulu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

diukur pH, COD, TSS dan kekeruhan awalnya. Selanjutnya sampel limbah cair sebanyak 250 ml dimasukkan kedalam beaker glass 300 ml. Dibutuhkan masing-masing 3 beaker glass untuk variasi dosis 1000 mg/l, 2000 mg/l dan 3000 mg/l. Kemudian sampel diaduk dengan kecepatan dan waktu pengadukan sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.

Pemberian dosis koagulan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

Perhitungan 5% bubuk asam jawa dalam 250 ml air limbah

Koagulan $= \frac{\frac{5}{100} \times 250\ gram}{250\ ml}$

$= \frac{\frac{5}{100} \times 250000\ mg}{250\ ml}$

$= \frac{12500\ mg}{250\ ml}$

= 50 mg/ml

Biaya angkut koagulan = Rp. 1500,-/kg

Estimasi dosis koagulan kedalam 250 ml air limbah jika 5 ml biji asam jawa ditambahkan

Dosis $= \frac{\frac{50\ mg}{1\ ml} \times 5\ ml}{250\ ml}$

$= \frac{1000\ mg}{1000\ ml}$

= 1000 mg/l

Estimasi dosis koagulan kedalam 250 ml air limbah jika 10 ml biji asam jawa ditambahkan

Dosis $= \frac{\frac{50\ mg}{1\ ml} \times 10\ ml}{250\ ml}$

$= \frac{2000\ mg}{1000\ \text{ml}}$

= 2000 mg/l

Estimasi dosis koagulan kedalam 250 ml air limbah jika 15 ml biji asam jawa ditambahkan

Dosis $= \frac{\frac{50\ mg}{1\ ml} \times 15\ ml}{250\ ml}$

$= \frac{3000\ mg}{1000\ ml}$

= 3000 mg/l

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Contoh Perhitungan Dosis Pembubuhan PAC

1. Perhitungan larutan 1% PAC dalam 1 liter air

   [PAC] = $\frac{\frac{1}{100} \times 1000\ gram}{1\ liter}$

   [PAC] = $\frac{10\ gram}{1\ liter}$ (dikonversikan ke $\frac{mg}{ml}$)

   [PAC] = $\frac{10\ gram}{1\ liter} \times \frac{1000\ mg}{1\ gram} \times \frac{1 liter}{1000\ ml}$

   [PAC] = $\frac{10\ mg}{1\ ml}$ (larutan PAC standard)

2. Estimasi dosis pembubuhan PAC kedalam 1 liter air pada gelas beaker jika 4 ml larutan PAC standard ditambahkan kedalam gelas beaker

   Dosis = $\frac{\frac{10\ mg}{1\ ml} \times 4\ ml}{1\ liter}$

   Dosis = $\frac{40\ mg}{1\ ml}$

   Biaya angkut koagulan = Rp. 1500/kg

   Koagulan PAC = Rp. 22000,-/kg

   Biaya angkut koagulan/kg = Rp. 22000,- + Rp. 1500,-

   = Rp. 23500,-

4.6.1 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap nilai pH

Konsentrasi ion hidrogen (pH) merupakan parameter penting dalam kualitas air dan air limbah. pH sangat berperan dalam kehidupan biologi dan mikrobiologi. pH merupakan salah satu parameter kimia yang menyatakan keadaan perairan dalam kondisi asam, netral ataupun basa (Hidayah, 2016). Pada penelitian ini, pH limbah cair tidak ditentukan sehingga dilakukan pengukukran pH untuk mengetahui pengaruh pembubuhan koagulan asam jawa terhadap perubahan pH yang terjadi pada pH limbah cair. Pengukuran pH dilakukan pada awal dan akhir setelah sampel diberikan perlakuan yang berbeda-beda sesuai dengan variasi yang diberikan pada setiap sampel limbah. Sampel limbah cair diberikan perlakuan variasi dosis koagulan 1000 mg/l, 2000 mg/l dan 3000 mg/l,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

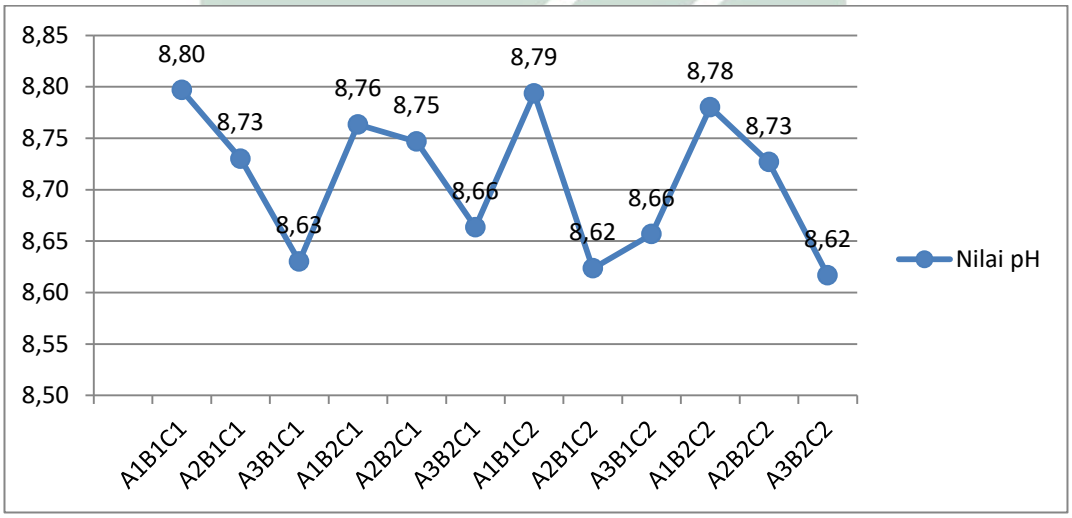
kecepatan pengadukan dengan pengadukan cepat 100 rpm dan 200 rpm, pengadukan lambat dengan kecepatan pengadukan 20 rpm dan 40 rpm, untuk waktu pengadukan cepat 1 menit dan untuk pengadukan lambat selama 30 menit dan 15 menit. Nilai pH awal pada unit clarifier sebesar 8,86. Tabel 4.6 berikut ini adalah nilai pH setelah diberi perlakuan.

Tabel 4.6 Rata-rata nilai pH setelah diberi perlakuan

Perlakuan	pH		Perubahan
	Pre	Post	
A1B1C1	8.86	8.80	0,68%
A2B1C1	8.86	8.73	1,47%
A3B1C1	8.86	8.63	2,60%
A1B2C1	8.86	8.76	1,13%
A2B2C1	8.86	8.75	1,24%
A3B2C1	8.86	8.66	2,26%
A1B1C2	8.86	8.79	0,79%
A2B1C2	8.86	8.62	2,71%
A3B1C2	8.86	8.66	2,26%
A1B2C2	8.86	8.78	0,90%
A2B2C2	8.86	8.73	1,47%
A3B2C2	8.86	8.62	2,71%

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan dapat menurunkan nilai pH. Untuk menggambarkan nilai pH dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut ini.

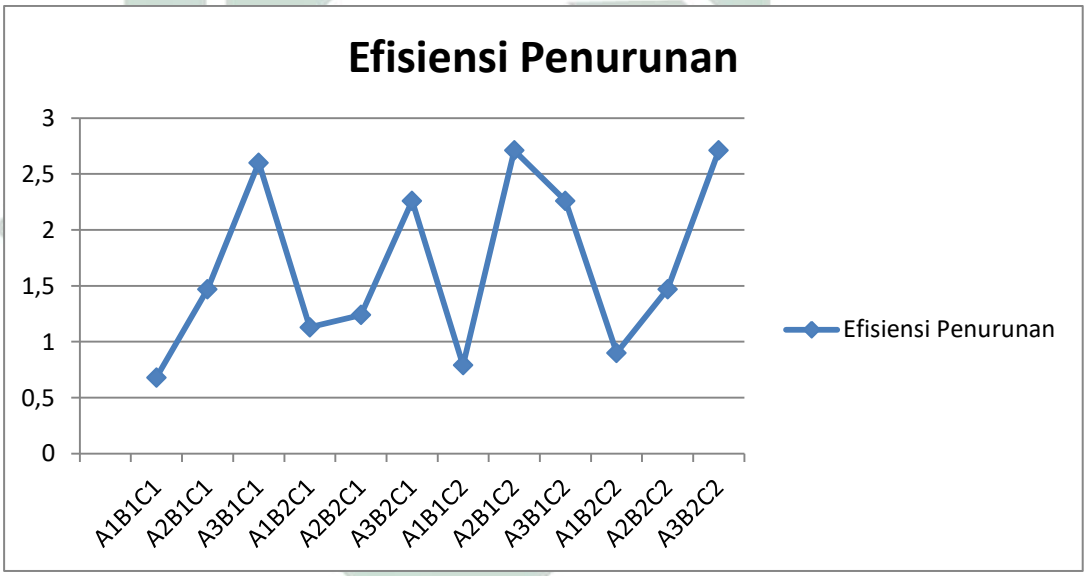


Gambar 4.4 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap pH (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai pH limbah cair relatif berada pada kisaran pH 8,6-8,8. Range pH tidak berpengaruh dalam penelitian ini, koagulan masih bekerja pada rentang pH 8. Nilai pH yang bersifat basa dipengaruhi oleh pengolahan sebelum *clarifier*. Limbah cair diolah pada unit aerasi sebelum masuk unit *clarifier*. Aerasi merupakan tempat berlangsungnya proses mikrobiologi dengan menggunakan lumpur aktif. Kandungan senyawa organik (BOD) yang terkandung dalam aliran limbah cair akan terdegradasi ±90% dengan bantuan bakteri. Nilai pH dipengaruhi oleh dekomposisi bahan organik di dasar perairan.

Gambar 4.5 berikut ini merupakan grafik efisiensi dari penurunan nilai pH setelah diberikan koagulan biji asam jawa.



Gambar 4.5 Efisiensi penurunan nilai pH setelah diberikan koagulan biji asam jawa (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa terdapat efisiensi terhadap penurunan nilai pH setelah diberikan koagulan biji asam jawa. Range efisiensi penurunan nilai pH berkisar antara 0,68%-2,71%. Hasil uji statistik menunjukkan ketiga varians populasi adalah berbeda terhadap pH karena nilai $p < 0,05$ maka H_0 ditolak. Untuk itu, analisis selanjutnya otomatis tidak bisa dilakukan, karena asumsi Anova tidak terpenuhi. Untuk uji validitas data pH dapat dilihat pada lampiran 5.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.6.2 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap turbiditas

Pengukuran pada turbiditas air dilakukan untuk mengetahui kondisi air dan kandungan tersuspensi/terlarut dalam air limbah. Pengukuran turbiditas dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembubuhan koagulan asam jawa terhadap perubahan turbiditas yang terjadi pada limbah cair. Pengukuran turbiditas dilakukan pada awal dan akhir setelah sampel diberikan perlakuan yang berbeda-beda sesuai dengan variasi yang diberikan pada setiap sampel limbah cair. Nilai turbiditas limbah cair pada unit *clarifier* sebelum diberi perlakuan sebesar 23.8 NTU. Tabel 4.7 berikut ini adalah nilai turbiditas setelah diberi perlakuan.

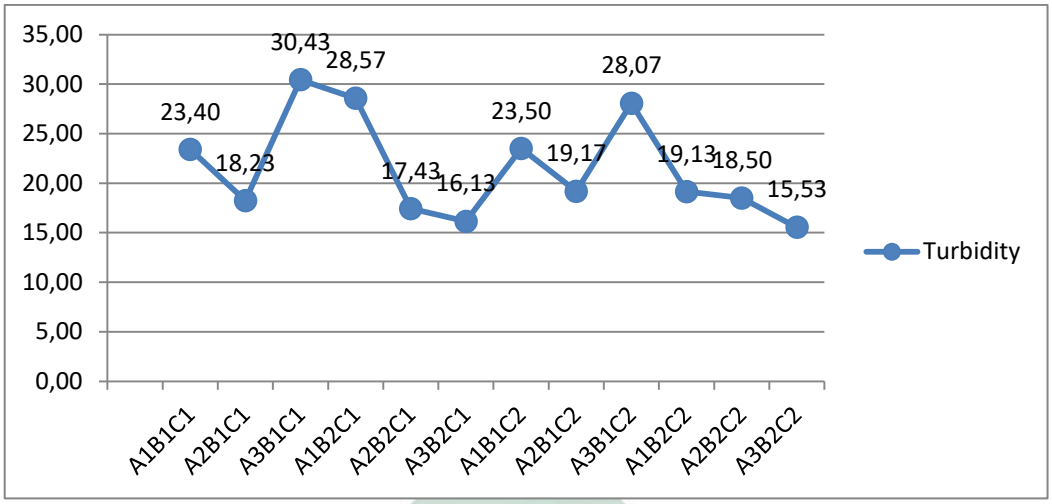
Tabel 4.7 Rata-rata nilai turbiditas setelah diberi perlakuan

Keterangan	Turbiditas (NTU)		Perubahan
	Pre	Post	
A1B1C1	23.8	23.40	-1,39%
A2B1C1	23.8	17.57	21,01%
A3B1C1	23.8	30.20	-31,85%
A1B2C1	23.8	28.57	-23,79%
A2B2C1	23.8	15.43	27,60%
A3B2C1	23.8	15.17	30,11%
A1B1C2	23.8	23.50	-1,82%
A2B1C2	23.8	15.83	16,94%
A3B1C2	23.8	28.07	-21,62%
A1B2C2	23.8	18.17	17,11%
A2B2C2	23.8	17.73	19,84%
A3B2C2	23.8	13.00	32,71%

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan memiliki pengaruh terhadap kekeruhan. Untuk menggambarkan kekeruhan dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



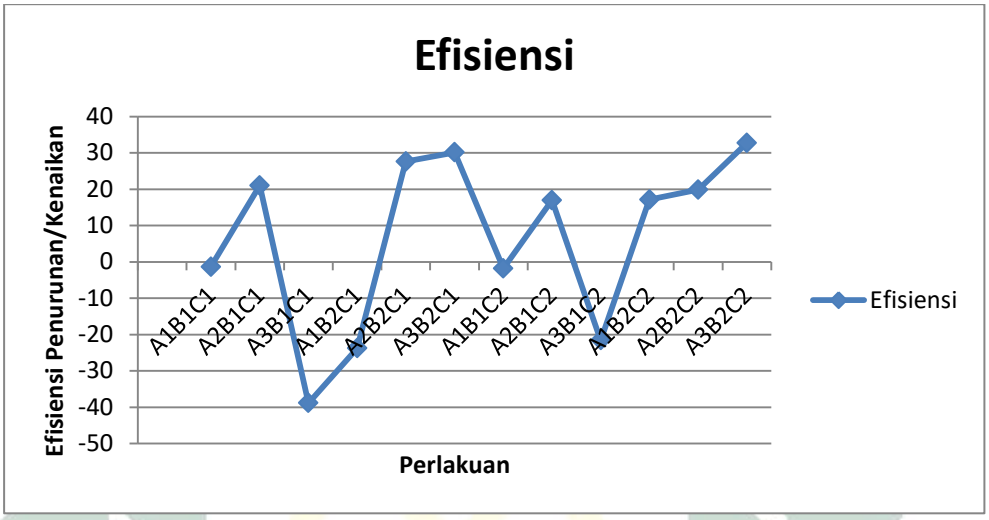
Gambar 4.6 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap turbiditas (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa perlakuan yang paling efisien untuk menurunkan nilai turbiditas yaitu A1B2C1. Itu berarti dosis efektif yang digunakan adalah 1000 ppm dengan kecepatan pengadukan untuk proses koagulasi yaitu 200 rpm dan flokulasi 40 rpm serta dengan waktu pengadukan untuk koagulasi selama 1 menit dan untuk flokulasi selama 30 menit. Dosis efisien yang digunakan memiliki nilai yang kecil dengan kecepatan pengadukan tinggi dan waktu pengadukan yang lambat. Pengadukan yang cepat dan waktu pengadukan yang terlalu lama menyebabkan flok menjadi pecah sehingga tidak efektif untuk menurunkan turbiditas. Faktor yang mempengaruhi kekeruhan dalam air meliputi benda-benda halus yang disuspensikan, jasad renik, warna air (ditimbulkan dari zat-zat koloid yang berasal dari daun-daun dan tumbuhan yang terekstrak), serta bahan-bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam air. Bahan organik yang terkandung dalam air berasal dari sisa pengolahan pada unit aerasi karena unit tersebut merupakan tempat berlangsungnya proses mikrobiologi dengan menggunakan lumpur aktif dimana kandungan senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair akan terdegradasi ±90% dengan bantuan bakteri. Pengadukan ini sejalan dengan kriteria desain Reynolds (1982) yang mensyaratkan waktu pengadukan untuk proses koagulasi selama 20-60 detik. Namun kekeruhan semakin meningkat pada dosis 3000 mg/l dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dan 20 rpm seperti

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang terlihat pada perlakuan A3B1C1 dan A3B1C2. Dengan dosis yang terlalu banyak dan kecepatan pengadukan yang lebih rendah menyebabkan kemampuan untuk menjernihkan limbah cair semakin jenuh dan tumbukan antar partikel jadi berkurang (Enrico, 2008).

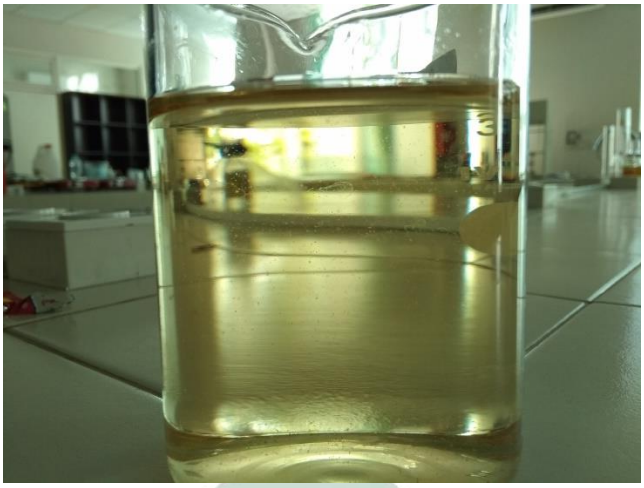
Gambar 4.7 berikut ini merupakan grafik nilai efisiensi dari penambahan koagulan biji asam jawa terhadap turbiditas.



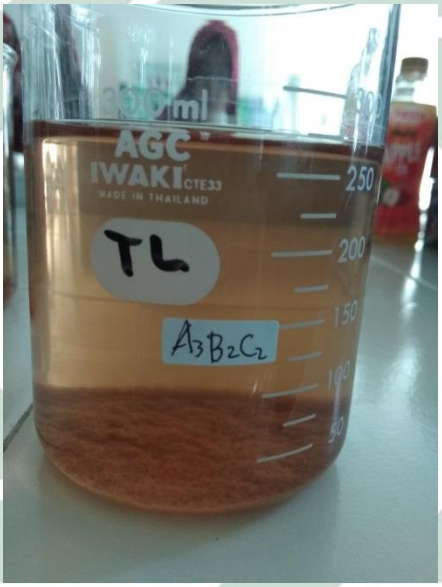
Gambar 4.7 Efisiensi dari penambahan koagulan biji asam jawa terhadap turbiditas (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai efisiensi yang paling optimum dalam penurunan turbiditas yaitu A1B2C1. Itu berarti dosis efisien yang digunakan adalah 1000 ppm dengan kecepatan pengadukan 200/40 rpm dan waktu pengadukan 1/30 menit. Dalam penjernihan limbah cair produksi minuman ringan menggunakan koagulan biji asam jawa ini tidak dapat mengubah warna air menjadi bening, sebelum ditambahkan koagulan, warna dari air limbah yaitu kuning tetapi masih terdapat partikel tersuspensi yang menyebabkan air limbah menjadi sedikit keruh. Setelah dibubuhkan koagulan dan dilakukan pengadukan dengan *Jar test* warna sampel berubah menjadi jingga. Flok yang terbentuk dapat mengendap lebih baik sehingga air hasil pengadukan dengan *Jar test* menjadi lebih jernih, seperti yang dapat ditunjukkan pada gambar 4.8 dan gambar 4.9 dibawah ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.8 Sampel limbah cair sebelum diberikan variasi perlakuan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 4.9 Sampel limbah cair setelah diberikan variasi perlakuan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dan varian data homogen karena pada perlakuan dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap turbiditas karena nilai p>0,05 dan dapat dilanjutkan ke uji Anova. Secara Anova One-Way, pada dosis yang dibubuhkan kedalam sampel menunjukkan beda nyata atau tidak identik terhadap turbiditas karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak. Itu artinya dosis koagulan biji asam jawa memiliki pengaruh terhadap turbiditas. Semakin banyak penmabahan dosis koagulan maka nilai turbiditas akan semakin turun. Pemberian dosis yang paling efisien dari semua perlakuan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

merupakan dosis 2000 mg/l. Pada kecepatan pengadukan sampel menunjukkan beda nyata atau tidak identik karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak. Itu berarti kecepatan pengadukan mempengaruhi efisiensi proses pengolahan, kecepatan putaran yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan pecahnya flok yang sudah terbentuk dan akan mempersulit proses sedimentasi. Dan pada waktu pengadukan sampel juga menunjukkan beda nyata atau tidak identik karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak. Itu berarti waktu pengadukan berpengaruh terhadap proses pengolahan. Waktu pengadukan koagulan membantu meratakan koagulan yang telah dibubuhkan dengan partikel-partikel koloid serta dapat menumbukkan partikel-partikel flok yang telah terbentuk hingga menjadi suatu gumpalan yang cukup besar untuk diendapkan. Tetapi jika waktu pengadukan jenuh maka flok akan pecah dan akan sulit untuk diendapkan. Secara Anova Two-Way, perlakuan variasi dosis, koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap sampel menunjukkan tidak terdapat interaksi atau tidak berpengaruh secara signifikan terhadap turbiditas karena nilai probabilitas >0,05. Untuk uji validitas data turbiditas dapat dilihat pada lampiran 5.

4.6.3 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap TSS

TSS (*Total Suspended Solids*) merupakan hasil dari penyaringan padatan terlarut berupa partikel koloid yang pengendapannya dilakukan secara gravitasi (Safitri, 2009). Pengukuran TSS dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembubuhan koagulan asam jawa terhadap perubahan nilai TSS yang terjadi pada limbah cair. Pengukuran TSS dilakukan pada awal dan akhir setelah sampel diberikan perlakuan yang berbeda-beda sesuai dengan variasi yang diberikan pada setiap sampel limbah cair. Nilai TSS limbah cair pada unit *clarifier* sebelum diberi perlakuan sebesar 30 mg/l. Perhitungan nilai TSS dapat dilihat pada lampiran 3.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

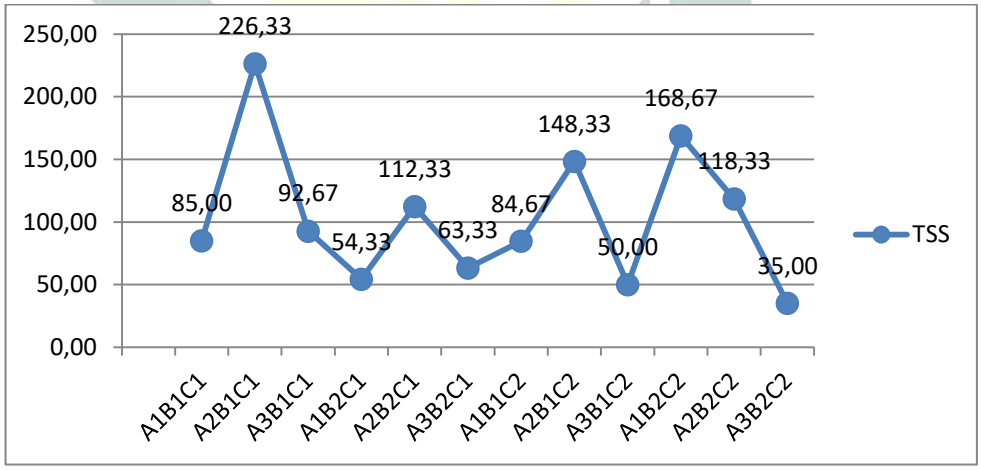
Dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan memiliki pengaruh terhadap TSS. Tabel 4.7 berikut ini adalah nilai TSS setelah diberi perlakuan.

Tabel 4.8 Rata-rata nilai TSS setelah diberi perlakuan

Perlakuan	TSS (ppm)	
	Pre	Post
A1B1C1	30	85.00
A2B1C1	30	226.33
A3B1C1	30	92.67
A1B2C1	30	54.33
A2B2C1	30	112.33
A3B2C1	30	63.33
A1B1C2	30	84.67
A2B1C2	30	148.33
A3B1C2	30	50.00
A1B2C2	30	168.67
A2B2C2	30	118.33
A3B2C2	30	35.00

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Untuk menggambarkan nilai TSS dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap TSS (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa perlakuan yang paling efisien merupakan A1B2C1. Dengan pemberian dosis 1000 mg/l dengan kecepatan pengadukan 200/40 rpm dan waktu pengadukan 1/30 menit. Terlihat dari grafik bahwa kenaikan nilai TSS yang paling tinggi terjadi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada perlakuan A2B1C1 dan A2B1C2. Itu berarti pemberian dosis 2000 mg/l dengan pengadukan 100 rpm dan 20 rpm menyebabkan nilai TSS melonjak naik. Tingkat penyisihan TSS tidak selamanya berbanding lurus terhadap tingkat penyisihan turbiditas atau kekeruhan tergantung dari pengaruh ukuran partikel, bentuk dari suatu partikel. Maka semakin besar ukuran partikel, semakin kecil kerapatan antara partikel biji asam jawa terhadap limbah cair teh menyebabkan TSS tidak dapat tersisihkan secara optimal sehingga nilai konsentrasi TSS tidak dapat turun. Hal ini bisa disebabkan karena terdapat padatan yang belum dapat mengendap secara optimal pada proses sedimentasi sampel setelah dilakukan pengadukan secara koagulasi dan flokulasi. Nilai TSS yang naik bisa disebabkan karena masih terdapat total padatan yang tidak bisa larut dalam air.

Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dan varian data homogen karena pada perlakuan dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap TSS karena nilai $p>0,05$ dan dapat dilanjutkan ke uji Anova. Secara Anova One-Way, pada dosis yang dibubuhkan kedalam sampel menunjukkan beda nyata atau tidak identik terhadap TSS karena nilai $p <0,05$ maka H_0 ditolak. Itu artinya dosis koagulan biji asam jawa memiliki pengaruh terhadap TSS. Dosis optimum pada parameter TSS yaitu 1000 mg/l. Pada kecepatan pengadukan sampel menunjukkan beda nyata atau tidak identik karena nilai $p <0,05$ maka H_0 ditolak. Itu berarti kecepatan pengadukan mempengaruhi efisiensi proses pengolahan, kecepatan putaran yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan pecahnya flok yang sudah terbentuk dan akan mempersulit proses sedimentasi. Dan pada waktu pengadukan sampel menunjukkan data identik karena nilai $p >0,05$. Secara Anova Two-Way, perlakuan variasi dosis, koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap sampel menunjukkan terdapat interaksi atau berpengaruh secara signifikan terhadap TSS karena nilai probabilitas $<0,05$ maka H_0 ditolak. Untuk uji validitas data TSS dapat dilihat pada lampiran 5.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.6.4 Pengaruh pemberian dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap COD

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan agar limbah organik yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Hidayah, 2016). Pengukukran COD dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembubuhan koagulan asam jawa terhadap perubahan nilai COD yang terjadi pada limbah cair. Pengukuran COD dilakukan pada awal dan akhir setelah sampel diberikan perlakuan yang berbeda-beda sesuai dengan variasi yang diberikan pada setiap sampel limbah cair. Nilai COD limbah cair pada unit *clarifier* sebelum diberi perlakuan sebesar 95,2 mg/l. Perhitungan nilai TSS dapat dilihat pada lampiran 4.

Dosis koagulan biji asam jawa, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan memiliki pengaruh terhadap COD. Tabel 4.9 berikut ini adalah nilai COD setelah diberi perlakuan.

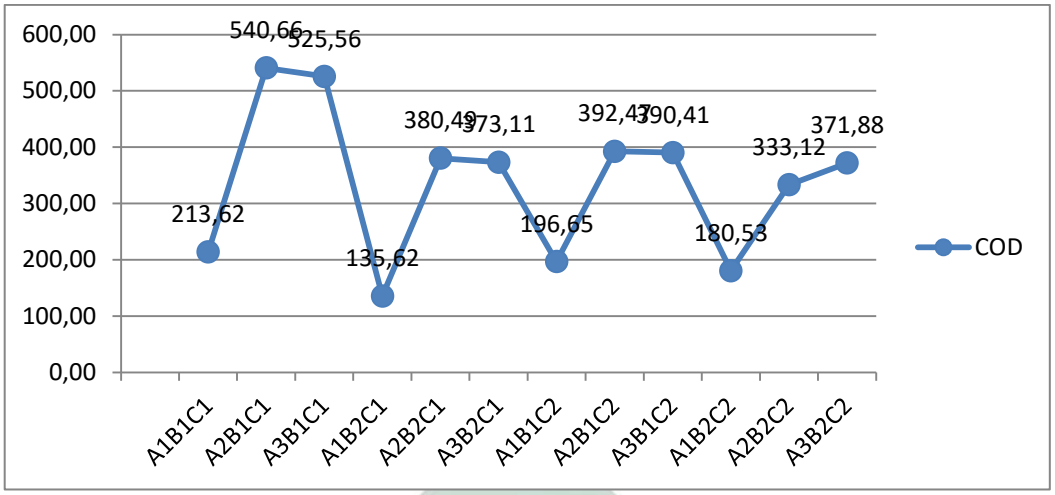
Tabel 4.9 Rata-rata nilai COD setelah diberi perlakuan

Perlakuan	COD (ppm)	
	Pre	Post
A1B1C1	95.2	213.62
A2B1C1	95.2	540.66
A3B1C1	95.2	525.56
A1B2C1	95.2	135.62
A2B2C1	95.2	380.49
A3B2C1	95.2	373.11
A1B1C2	95.2	196.65
A2B1C2	95.2	392.47
A3B1C2	95.2	390.41
A1B2C2	95.2	180.53
A2B2C2	95.2	333.12
A3B2C2	95.2	371.88

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Untuk menggambarkan nilai COD dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.11 Pengaruh dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap COD (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa perlakuan yang efisien terhadap COD adalah A1B2C1 yaitu dengan pemberian dosis 1000 mg/l, kecepatan pengadukan 200/40 rpm dan waktu pengadukan 1/30 menit. Nilai COD akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan dosis koagulan biji asam jawa. Dosis biji asam jawa yang terlalu banyak mengakibatkan kemampuan penurunan kadar COD limbah cair teh juga ikut menurun. Peningkatan nilai COD setelah ditambahkan serbuk biji asam terjadi dikarenakan biji asam jawa mengandung bahan organik, sehingga kandungan organik pada limbah cair meningkat. Biji asam jawa ini mengandung protein dimana protein merupakan senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dan monomer asam amino. Molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur serta fosfor. Meningkatnya nilai COD pada air menunjukkan bahwa kualitas air semakin menurun, sebaliknya jika kadar COD menurun maka kualitas air semakin baik. Eddy *in* Hidayah (2016) menyatakan bahwa nilai COD yang ada di perairan tercemar semakin meningkat disebabkan karena bahan organik yang mampu diuraikan secara kimia lebih besar dibandingkan pengurai secara biologi. Koagulan dari serbuk biji asam jawa ini tidak cocok digunakan sebagai koagulan utama karena tidak dapat menurunkan nilai COD dan dapat mengubah warna limbah cair berubah menjadi lebih keruh.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perubahan warna limbah cair menjadi lebih keruh dan berwarna gelap dikarenakan koloid yang terkandung dalam koagulan.

Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dan varian data homogen karena pada perlakuan dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap COD karena nilai p>0,05 dan dapat dilanjutkan ke uji Anova. Secara Anova One-Way, pada dosis yang dibubuhkan kedalam sampel menunjukkan beda nyata atau tidak identik terhadap COD karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak. Itu artinya dosis koagulan biji asam jawa memiliki pengaruh terhadap COD. Semakin banyak penmabahan dosis koagulan maka nilai COD juga akan semakin naik. Pada kecepatan pengadukan sampel menunjukkan beda nyata atau tidak identik karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak. Itu berarti kecepatan pengadukan mempengaruhi efisiensi proses pengolahan, kecepatan putaran yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan pecahnya flok yang sudah terbentuk dan akan mempersulit proses sedimentasi. Dan pada waktu pengadukan sampel juga menunjukkan beda nyata atau tidak identik karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak. Itu berarti waktu pengadukan berpengaruh terhadap proses pengolahan. Waktu pengadukan koagulan membantu meratakan koagulan yang telah dibubuhkan dengan partikel-partikel koloid serta dapat menumbukkan partikel-partikel flok yang telah terbentuk hingga menjadi suatu gumpalan yang cukup besar untuk diendapkan. Tetapi jika waktu pengadukan jenuh maka flok akan pecah dan akan sulit untuk diendapkan. Secara Anova Two-Way, perlakuan variasi dosis, koagulan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap sampel menunjukkan tidak terdapat interaksi atau tidak berpengaruh secara signifikan terhadap COD karena nilai probabilitas >0,05. Untuk uji validitas data COD dapat dilihat pada lampiran 5.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.7 Perbandingan Hasil Pengukuran Parameter Limbah Cair dengan Koagulan Biji Asam Jawa

Pada berbagai penelitian mengenai pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan dalam menjernihkan limbah cair terdapat beberapa macam hasil atau nilai dari parameter limbah cair setelah ditambahkan koagulan biji jawa. Dalam beberapa penelitian, biji asam jawa dinilai efektif dalam menurunkan konsentrasi kadar pencemar dalam limbah cair. Namun dalam penelitian lain juga menunjukkan adanya peningkatan dari konsentrasi pencemar dengan menggunakan koagulan biji asam jawa. Tabel 4.10 berikut ini merupakan pembanding penelitian menggunakan koagulan biji asam jawa di berbagai kolom.

Tabel 4.10 Pembanding Penelitian Koagulan Biji Asam Jawa di Berbagai Kolom

Sampel Limbah	Parameter	Nilai parameter limbah cair sebelum diberikan koagulan	Nilai parameter limbah cair setelah diberikan koagulan	Referensi
Limbah Cair Tempe	pH	6,5	4,2	Ramadhani, 2013
	TSS	195 mg/l	dosis 1500 mg/l kecepatan pengadukan 180/80: 70 mg/l	
	COD	616,67 mg/l	dosis 1500 mg/l kecepatan pengadukan 180/80: 112,75 mg/l	
Limbah Cair Tambang Emas	pH	4	4,09-4,57	Hidayah, 2016
	TSS	1531,11 mg/l	200-500mg/l	
	COD	544,51 mg/l	Dosis 0,5 g/l >100 mg/l	
Limbah Cair Teh	pH	8,86	8,62	**Vina, 2019**
	Turbiditas	23,8 NTU	Dosis 3000 mg/l, kecepatan pengadukan 200/40 rpm, waktu	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sampel Limbah	Parameter	Nilai parameter limbah cair sebelum diberikan koagulan	Nilai parameter limbah cair setelah diberikan koagulan	Referensi
			pengadukan 1/15 menit : 13,0 NTU	
	TSS	30 mg/l	Dosis 3000 mg/l, kecepatan pengadukan 200/40 rpm, waktu pengadukan 1/15 menit : 35 mg/l	
	COD	95,2 mg/l	Dosis 1000 mg/l, kecepatan pengadukan 200/40 rpm, waktu pengadukan 1/30 menit : 135.62 mg/l	

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berikut ini merupakan tabel jenis koagulan yang umum digunakan dalam penanganan limbah cair.

Tabel 4.11 Jenis-Jenis Koagulan

Jenis Koagulan	Dosis	Parameter	Nilai	Kelebihan	Kekurangan	Referensi
Alum	300 mg/l	COD (mg/l)	50	Murah dan mudah didapatkan	Perlu penambahan aditif	Tuan, 2018
Feri Klorida	1 g/l	pH	4-4,5	Mudah didapatkan	Korosif agak mahal	Javid, 2015
		COD (mg/l)	24700 jadi 2940			
Kapur	2,22 mg/l	pH	7	Murah dan mudah didapatkan	Banyak terbentuk endapan	Margaretha, 2018
		TSS (mg/l)	10			
		COD (mg/l)	2,973			
PAC	900 mg/l	COD (mg/l)	720	Endapan sedikit, penanganan mudah	Mahal	Yusoff, 2016
		Turbiditas (NTU)	9,0			

Sumber: Hasil Analisis, 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.8 Perbandingan dengan Baku Mutu Limbah Cair

Hasil sampel limbah cair yang telah diberikan perlakuan dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Standar baku mutu limbah cair produksi teh dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut ini.

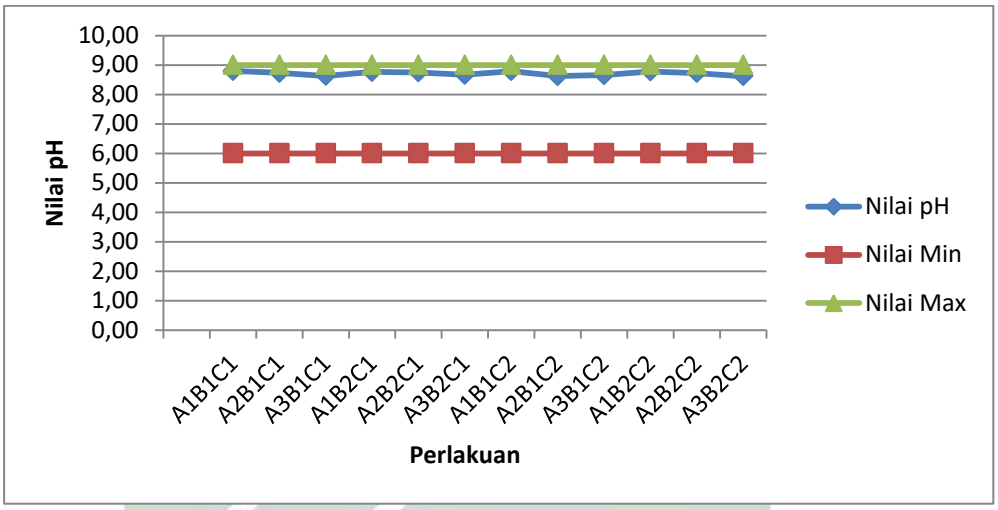
Tabel 4.12 Standar Baku Mutu Olahan Limbah Industri Cair Minuman Ringan

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI MINUMAN RINGAN	
Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk	
Dengan Pencucian Botol dan Pembuatan Sirup : 3,5 M^3/M^3 produk Sirup Dengan Pencucian Botol Tanpa Pembuatan Sirup : 2,8 M^3/M^3 produk Pembuatan Sirup Tanpa Pencucian Botol tetapi Pembuatan Sirup : 1,7 M^3/M^3 produk Sirup Tanpa Pencucian Botol tanpa Pembuatan Sirup : 1,2 M^3/M^3 produk Sirup	
Parameter	**Kadar Maximum (mg/L)**
BOD_5	30
COD	90
TSS	30
Minyak dan Lemak	6
pH	6-9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72, 2013

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

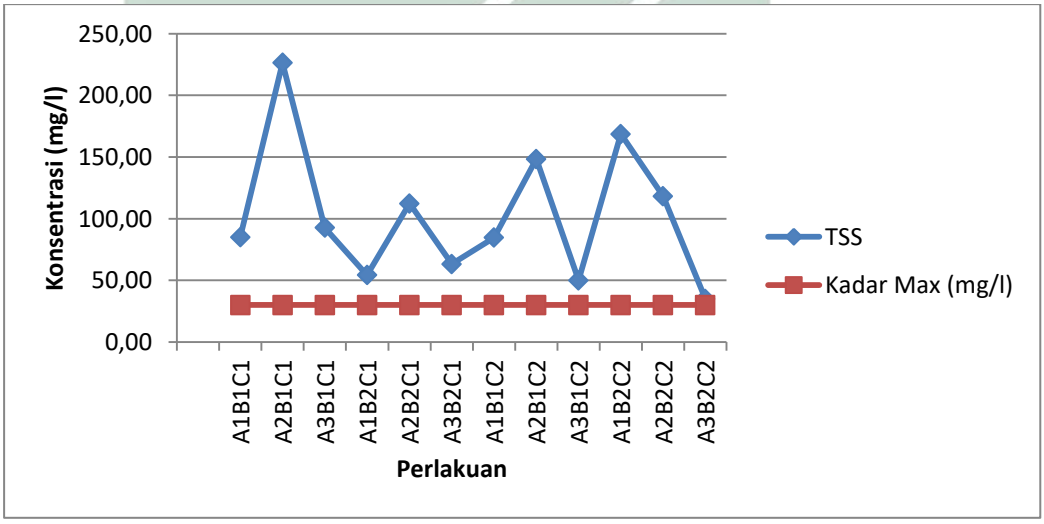
4.8.1 Perbandingan nilai pH dengan Baku Mutu Limbah Cair



Gambar 4.12 Perbandingan nilai pH dengan Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013 (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, hasil optimum yang dicapai dalam menurunkan nilai pH yaitu 8,62. Itu berarti nilai pH sudah memenuhi baku mutu limbah cair industri teh dimana ambang batas *effluent* sebesar 6-9.

4.8.2 Perbandingan nilai TSS dengan Baku Mutu Limbah Cair

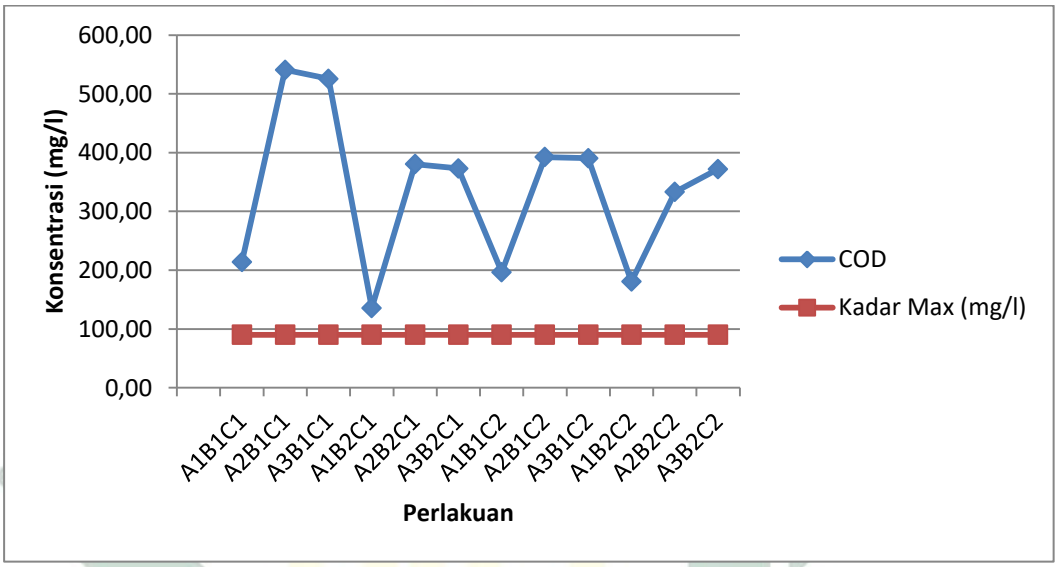


Gambar 4.13 Perbandingan nilai TSS dengan Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013 (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, hasil optimum yang dicapai sebesar 50 mg/l. Itu berarti nilai TSS belum memenuhi baku mutu limbah cair industri teh dimana ambang batas *effluent* sebesar 30 mg/l.

4.8.3 Perbandingan nilai COD dengan Baku Mutu Limbah Cair



Gambar 4.14 Perbandingan nilai COD dengan Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013 (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, hasil optimum nilai COD setelah dirata-rata dari 3 pengulangan dicapai sebesar 135,62 mg/l. Itu berarti nilai COD belum memenuhi baku mutu limbah cair industri teh dimana ambang batas *effluent* sebesar 90 mg/l.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi dosis koagulan memiliki nilai signifikansi 0,000 terhadap nilai pH dan COD yang berarti berarti H_0 ditolak karena nilai probabilitasnya <0,05. Sedangkan variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan memiliki nilai signifikansi >0,05 terhadap parameter limbah cair sehingga H_0 diterima.
2. Berikut ini adalah pengaruh pemberian koagulan biji asam jawa terhadap parameter limbah cair.
   a. Pada uji homogen, hasil uji statistik menunjukkan ketiga varians populasi adalah berbeda terhadap pH karena nilai p < 0,05 maka H_0 ditolak yang artinya tidak dapat dilakukan analisis lanjut karena asumsi Anova tidak terpenuhi.
   b. Secara uji statistik One-Way, pada dosis yang dibubuhkan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan menunjukkan beda nyata atau tidak identik terhadap kekeruhan karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak.
   c. Secara uji statistik One-Way, pada dosis yang dibubuhkan dan kecepatan pengadukan menunjukkan beda nyata atau tidak identik terhadap kekeruhan karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak. Sedangkan variasi waktu pengadukan terhadap TSS menunjukkan data identik karena nilai p >0,05.
   d. Secara uji statistik One-Way, pada dosis yang dibubuhkan, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan menunjukkan beda nyata atau tidak identik terhadap COD karena nilai p <0,05 maka H_0 ditolak.
3. Dari hasil penelitian diatas, menunjukkan bahwa pengolahan limbah dengan proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan biji asam jawa, untuk nilai pH sudah memenuhi standar baku mutu Peraturan Gubenur

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jatim No. 72 Tahun 2013, baku mutu nilai pH untuk industri minuman ringan yaitu 6-9. Sedangkan untuk TSS >30 mg/l dan COD >90mg/l sehingga belum mampu memenuhi baku mutu buangan limbah industri.

5.2. Saran

1. Koagulan biji asam jawa dapat digunakan sebagai koagulan utama yang bisa dibubuhkan pada pengolahan pre-treatment untuk menghilangkan kekeruhan pada limbah cair. Selain itu, koagulan biji asam jawa ini juga tetap bisa dijadikan sebagai koagulan post-treatment dengan penambahan polimer lain.
2. Penelitian secara continue dengan pengolahan secara optimum dengan perlakuan A1B2C1 yaitu pemberian dosis koagulan 1000 mg/l dengan kecepatan pengadukan 200/40 rpm dan waktu pengadukan 1/30 menit serta dengan penambahan variasi ukuran partikel biji asam jawa sehingga dapat didapatkan hasil yang efisien.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Andre, Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2015). Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD pada Air Limbah Usaha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan, 4*(4), 1-5.

Effendi, H., Hidayah, R., & Hariyadi, S. (2017). Tamarindus indica Seed as Natural Coagulant for Traditional Gold Mining Wastewater Treatment. *World Applied Sciences Journal, 35*(3), 330-333.

Filliazati, M., Isna Apriani, Titin Anita Zahara. "Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang." 2016: 1-10.

Hariyadi, S. (2004). *BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Hayati, E. I. (2015). *Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe.* Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Hendriarianti, E., & Suhastri, H. (2011). Penentuan Dosis Optimum Biji Asam Jawa (Tamarindus indica L.) dalam Penurunan TSS dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Kota Malang. *Jurnal Spectra, 9*(17), 12-22.

Hidayah, R. (2016). *Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica L.) Sebagai Koagulan Alami pada Pengolahan Limbah Cair Tambang Emas Tradisional.* Bogor: IPB.

Irawan, H., Rochmawati, & Asmadi. (2014). Efektifitas Penambahan Serbuk Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) dalam Menurunkan TSS pada Limbah Cair Tahu di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Mahasiswa dan Peneliti Kesehatan*, 67-75.

Javid, A.M, et al. (2015). Investigation of Ozone and Coagulant Materials (Aluminum Sulfate, Ferric Chloride, Poly Aluminum Chloride and Lime) Efficiency in “Kerman Kork” Industry Wastewater Treatment. *Environmental Health Engineering and Management Journal, 2(1),* 1-6.

Kartika, D., Nurjazuli, & Budiyono. (2016). Kemampuan Serbuk Biji Asam Jawa dalam Menurunkan TSS, Turbiditas dan Amoniak Pengolahan Limbah Cair PT. Utama Multiniaga Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, 4*(4), 917-924.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Khaliq, A. "Analisis Sistem Pengolahan Air Limbah Pada Kelurahan Kelayan Luar Kawasan IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin." *Jurnal Poros Teknik* 7, no. 1 (2015): 34-42.

Kristijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna. (2013). Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. *Laporan Penelitian*.

Margaretha, J. A, et al. "The Effectiveness of Calcium Hydroxide and Sodium Hydroxide as Neutralizer in Coagulation for Reducing Flouride in Hazardous Wastewater." *International Journal of Chemical Studies* 6, no. 3 (2018): 786-791.

Mawaddah, D., Zaharah, T. A., & Gusrizal. (2014). Penurunan Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Biji asam Jawa (Tamarindus indica Linn). *Jurnal JKK, 3*(1), 27-31.

Nasir, M., Edy Purwo Saputro. "Manajemen Pengelolaan Limbah Industri." *Benefit Jurnal Managemen dan Bisnis* 19, no. 2 (2015): 143-149.

Nurkholis, A., & dkk. (2016). Proses Pengelolaan Air Limbah secara Biologis (Biofilm): Trickling Filter dan Rotating Biological Contactor (RBC).

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Pulungan, A. S. "Analisis Pengelolaan Limbah Cair Kelapa Sawit di Pabrik PT. X Tahun 2017." [Skripsi], 2017. Universitas Indonesia : Depok

Rahayu, S. S. (2009). Proses Lumpur Aktif (Activated Sludge Process).

Rahimah, Z., Hildawati, H., & Syauqiah, I. (2016). Pengolahan Limbah Detergen dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Jurnal Konversi, 5*(2), 13-19.

Rahma, Surahma Asti Mulasari. "Pengaruh Metode Koagulasi, Sedimentasi dan Variasi Filtrasi terhadap Penurunan Kadar TSS, COD dan Warna pada Limbah Cair Batik." *Jurnal The Chemical* 2, no. 1 (2015): 7-12.

Ramadhani, G. I., & Moesriati, A. (2013). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindusindica) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Teknik Pomits, 2*(1), 22-26.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Said, N. I. "Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 1, no. 2 (2000): 101-113.

Sari, F. R., Raudhah Annisa, Abubakar Tuhuloula. "Perbandingan Limbah dan Lumpur Aktif Terhadap Pengaruh Sistem Aerasi pada Pengolahan Limbah CPO." *Jurnal Konversi* 2, no. 1 (2013): 20-45.

Sari, N. I. (2018). *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica L.) Sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil* (Publikasi Ilmiah ed.). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Siswanto, A. D. "Analisa Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Bangkalan Pasca Jembatan Suramadu." *Jurnal Kelautan* 3, no. 2 (2010): 91-96

Steel, E. W., & McGhee, T. J. (1985). *Water Supply and Sewerage.* New York: McGraw-Hill Inc.

Subiarto, & Martono, H. (2007). Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Secara Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Natrium Hidrofosfat. *Prosiding Seminar Teknologi Pengeloalaan Limbah V*, 182-188.

Sudaryati, N L G, dkk. "Pemanfaatan sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu." *Jurnal Ecotrophic* 3, no. 1 (2011): 21-29.

Swan, O T, Sutanto Hadi. "Desain Instalasi Pengolah Air Limbah Industri Minuman Teh dengan Menggunakan Sistem Aerobaik." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder* 1, no. 2 (2014): 9-16.

Tuan, L. P, et al. "Flocculation of Reactive Blue 19 (RB19) Using Alum and the Effects of Catalysts Addition." *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)* 3, no. 2 (2018): 358-362.

Utama, Teguh. (2010). Evaluasi Kinerja Bangunan Pengolahan Air Bersih IPA Axung III Belusung dan IPA Paket 50 L/det. PDAM Kota Denpasar. *Laporan Kerja Praktek*. UNDIP: Semarang.

Wahidmurni. (2017). *Pemaparan Metode Penelitian Kuantitatif.* Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Wardani, F. A., & R, T. A. (2014). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Pengolahan Air Sungai. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 7*(2), 85-91.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Wulansari, P D. "Pengelolaan Limbah pada Pabrik Pengolahan Ikan di PT. Kelola Mina Laut Gresik." *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 3, no. 1 (2011): 123-126.

Yusoff, M. S, et al. "Effectiveness of Jackfruit Seed Starch as Coagulant Aid in Landfill Leachate Treatment Process." *International Journal of GEOMATE* 11, no. 26 (2016): 2684-2687.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id