



**EFEKTIFITAS CaO DAN CaCO₃ SEBAGAI KOAGULAN
PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PT. PERKEBUNAN
NUSANTARA X INDUSTRI BOBBIN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Rizki Diah Kusumaningrum
NIM 131810301015**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**EFEKTIFITAS CaO DAN CaCO₃ SEBAGAI KOAGULAN
PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PT. PERKEBUNAN
NUSANTARA X INDUSTRI BOBBIN JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Rizki Diah Kusumaningrum

NIM 131810301015

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Ani Supriyatin dan Dwi Susilowati serta Ayahanda Agus Subiantoro yang senantiasa sabar dan ikhlas memberikan doa, cinta, kasih sayang, nasehat, teladan serta pengorbanan yang tiada henti tercurahkan selama ini;
2. Adikku Rifki Agnition Wijaya, Raditya Hibatul Khoiri, Candra Dwi Prayogo atas doa, dukungan, semangat dan motivasi selama ini;
3. Guru-guru di TK Aisyiyah Bustanul Athfal IV, SD Negeri II Mimbaan, SMP Negeri 1 Situbondo, SMA Negeri 1 Situbondo, serta dosen-dosen di jurusan Kimia, FMIPA Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta pengalamannya;
4. Almamater tercinta, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;

MOTTO

Semua akan terlihat tidak mungkin sampai kau selesai melakukannya. *)

Jangan biarkan hari kemarin merenggut banyak hal hari ini. **)

Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur (terjemahan dari Surat Yusuf ayat 87) ***)

*) Nelson Mandela. <https://akibtegoprasetyo.com/kata-kata-motivasi-sukses/>

**) Will Rogers. <https://titikdua.net/motto-hidup-singkat-bermakna/>

***) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Bandung: Cv. Dipenogoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizki Diah Kusumaningrum

NIM : 131810301015

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektifitas CaO dan CaCO₃ sebagai Koagulan pada Pengolahan Limbah Cair PT. Perkebunan Nusantara X Industri Bobbin Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan merupakan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik yang berlaku jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang menyatakan,

Rizki Diah Kusumaningrum

NIM. 131810301015

SKRIPSI

**EFEKTIFITAS CaO DAN CaCO_3 SEBAGAI KOAGULAN
PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PT. PERKEBUNAN
NUSANTARA X INDUSTRI BOBBIN JEMBER**

Oleh

Rizki Diah Kusumaningrum
131810301015

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Suwardiyanto S.Si., M.Si., Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Yudi Aris Sulistyono S.Si., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektifitas CaO dan CaCO₃ sebagai Koagulan pada Pengolahan Limbah Cair PT. Perkebunan Nusantara X Industri Bobbin Jember” karya Rizki Diah Kusumaningrum telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Ketua Tim Penguji Sekretaris

Suwardiyanto S.Si., M.Si., Ph.D
NIP : 197501291998021001
Penguji I

Yudi Aris Sulistiyo S.Si., M.Si
NIP : 198809242014041001
Penguji II

Dr. Bambang Piluharto S.Si., M.Si
NIP : 197107031997021001

Tanti Haryati S.Si., M.Si
NIP : 198010292005012002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D
NIP. 195910091986021001

RINGKASAN

Efektifitas CaO dan CaCO₃ sebagai Koagulan pada Pengolahan Limbah Cair PT. Perkebunan Nusantara X Industri Bobbin Jember; Rizki Diah Kusumaningrum, 131810301015; 2020; 41 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Air limbah merupakan air yang tidak bersih dan mengandung berbagai macam zat yang dapat membahayakan makhluk hidup. Air limbah yang dihasilkan pada industri tembakau mengandung beberapa macam senyawa organik yang dapat menyebabkan permasalahan lingkungan hidup. Kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu fotosintesis fitoplankton serta tidak layak digunakan sebagai air konsumsi dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, perairan yang mengandung fenol diatas baku mutu dapat menyebabkan iritasi, hipotermia, pingsan, kerusakan hati, kelumpuhan, kanker serta koma. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengolahan pada limbah cair untuk menurunkan tingkat kekeruhan dan konsentrasi fenol limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Koagulasi diyakini sebagai salah satu metode alternatif yang mudah, murah, efektif dan efisien dalam menghilangkan bahan-bahan limbah yang berbentuk koloid dengan menambahkan suatu koagulan. Tujuan dari penelitian ini yaitu 1) untuk mengetahui pengaruh pH dari masing-masing koagulan terhadap efektivitas pengolahan limbah cair Industri Bobbin, 2) untuk mengetahui pengaruh penambahan massa koagulan dari masing-masing koagulan terhadap efektivitas pengolahan limbah cair Industri Bobbin, 3) untuk mengetahui perbandingan efektivitas masing-masing koagulan dalam pengolahan limbah cair Industri Bobbin.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi, yaitu jenis koagulan, pH sampel dan massa koagulan yang digunakan. Percobaan pertama yaitu pengaruh pH terhadap koagulasi sampel. Sampel divariasikan pH-nya menjadi 8,9,10 dan 11 kemudian dikoagulasi menggunakan koagulan CaO dan dilakukan pengadukan kurang lebih 1 jam. Sampel kemudian didiamkan, sampai terbentuk 2 fase,

dimana supernatan yang terbentuk kemudian diukur kekeruhan dan konsentrasi fenolnya. Perlakuan yang sama dilakukan juga dengan menggunakan koagulan yang berbeda, yaitu CaCO_3 .

Percobaan kedua yaitu pengaruh massa koagulan terhadap koagulasi sampel. Sampel limbah cair dikondisikan pH-nya menjadi pH optimal. Sampel selanjutnya ditambahkan koagulan CaO dengan variasi massa koagulan 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% dalam 500 mL sampel, yang selanjutnya dilakukan pengadukan. Supernatan yang dihasilkan kemudian diukur kekeruhan dan konsentrasi fenol. Perlakuan yang sama dilakukan juga dengan menggunakan koagulan yang berbeda, yaitu CaCO_3 .

Hasil yang diperoleh yaitu pH optimal dari kedua jenis koagulan (CaO dan CaCO_3), terjadi pada pH 10. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil setelah proses koagulasi, dimana pH 10 pada kedua jenis koagulan menghasilkan kekeruhan dalam sampel sebesar 4,42 NTU (CaO) dan 66,1 NTU (CaCO_3), serta menghasilkan sisa konsentrasi fenol dalam sampel sebanyak 0,65 mg/L (CaO) dan 0,91 mg/L (CaCO_3). Sedangkan untuk penambahan massa koagulan yang paling optimal dari kedua jenis koagulan yaitu penambahan massa koagulan sebanyak 3%, dimana pada penambahan massa koagulan 3% menghasilkan sisa kekeruhan dalam sampel sebesar 3,95 NTU (CaO) dan 59,3 NTU (CaCO_3), serta menghasilkan sisa konsentrasi fenol dalam sampel sebanyak 0,61 mg/L (CaO) dan 1,06 mg/L (CaCO_3). Berdasarkan kedua variasi tersebut, koagulan yang paling efektif dalam menurunkan kekeruhan dan konsentrasi fenol yaitu koagulan CaO.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektifitas CaO dan CaCO₃ sebagai Koagulan pada Pengolahan Limbah Cair PT. Perkebunan Nusantara X Industri Bobbin Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si. selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Suwardiyanto, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Yudi Aris Sulistyono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
4. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji I dan Tanti Haryati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu untuk menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Dr. Anak Agung Istri Ratnadewi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. bapak dan ibu dosen, seluruh staf di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah banyak memberikan bantuan dan semua ilmunya;
7. ketua Laboratorium Kimia analitik dan ketua Laboratorium Kimia Anorganik dan segenap teknisi laboratorium Jurusan Kimia;

8. kawan-kawan Kimia 2013 (TITANIUM) dan keluarga besar jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember, terima kasih atas semangat, bantuan, saran dan kenangan indah yang telah diberikan;
9. sahabat seperjuangan Zaindy Roby Hilaldo, terima kasih atas doa, motivasi, keceriaan dan kebersamaan selama ini;
10. semua pihak yang telah berkontribusi namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Jember,

Penulis

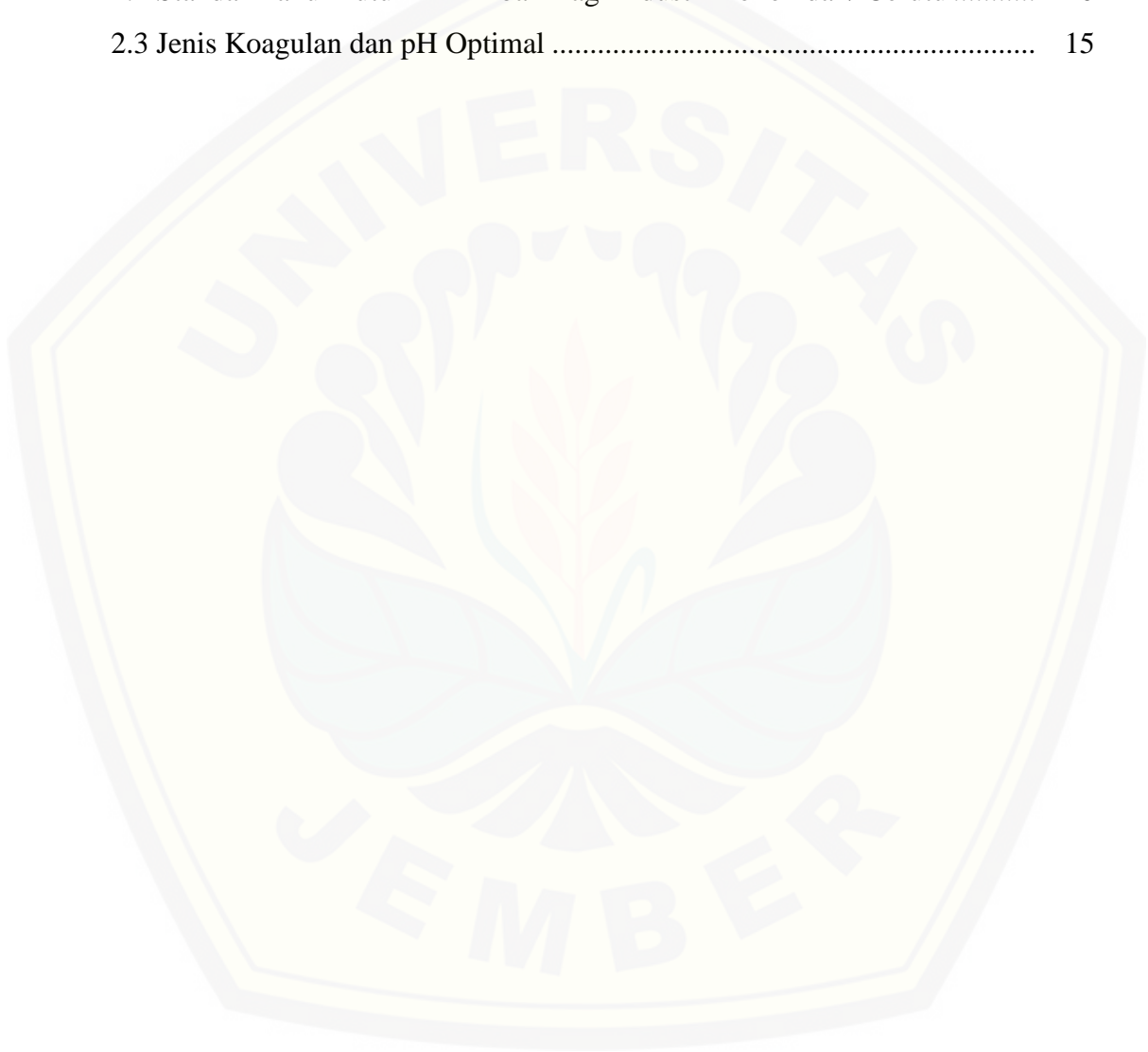
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tembakau	6
2.2 Limbah Cair Industri Tembakau	8
2.3 Standar Baku Mutu	10
2.4 Pengolahan Air Limbah (<i>wastewater treatment</i>).....	10
2.5 Koloid dan Koagulasi-Flokulasi.....	12
2.6 Koagulan	14
2.7 Analisis Spektrofotometer Visible	16
2.8 Analisis Turbidimeter	19

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.4.1 Preparasi Sampel	23
3.4.2 Pengukuran Kekeruhan sebelum Koagulasi	23
3.4.3 Pengukuran Konsentrasi Fenol sebelum Koagulasi	23
3.4.4 Optimasi pH pada Jenis Koagulan	25
3.4.5 Optimasi Massa Koagulan pada Jenis Koagulan	25
3.4.6 Pengukuran Kekeruhan Sampel setelah Koagulasi	26
3.4.7 Pengukuran Konsentrasi Fenol Sampel setelah Koagulasi	26
3.4.8 Pembuatan Larutan	26
3.5 Analisa Data	30
3.5.1 Pengukuran Kekeruhan	30
3.5.2 Pengukuran Konsentrasi Fenol	30
3.5.3 Penentuan pH Optimum pada Jenis Koagulan	30
3.5.4 Penentuan Massa Optimum pada Jenis Koagulan	31
3.5.5 Perhitungan Efektivitas	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Pengaruh pH terhadap Koagulasi	32
4.2 Pengaruh Massa Koagulan terhadap Koagulasi	36
4.3 Perbandingan Efektifitas Koagulan CaO dan CaCO₃	38
BAB 5. PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Senyawa Daun Tembakau	7
2.2 Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Rokok dan/ Cerutu	10
2.3 Jenis Koagulan dan pH Optimal	15



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman Tembakau	6
2.2 Mekanisme Koagulasi.....	13
2.3 Prinsip Dasar Spektrofotometer Visible	17
2.4 Skema Alat Spektrofotometer	17
2.5 Skema Alat Turbidimeter dan Neflometer	19
4.1 Grafik antara pH dan Nilai Turbiditas pada Jenis Koagulan	32
4.2 Grafik Spesi Ca^{2+}	34
4.3 Grafik antara pH dan Konsentrasi Fenol pada Jenis Koagulan.....	34
4.4 Grafik antara Massa dan Nilai Turbiditas pada Jenis Koagulan.....	36
4.5 Grafik antara Massa dan Konsentrasi Fenol pada Jenis Koagulan	37
4.6 Grafik % Penurunan pada Jenis Koagulan.....	38
4.7 Grafik Efektifitas pada Jenis Koagulan.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A PEMBUATAN LARUTAN	52
A.1 Larutan Induk Formazin 4000 NTU	52
A.2 Larutan Standar Formazin dengan berbagai Konsentrasi	52
A.3 Larutan Induk Fenol 1000 mg/L.....	53
A.4 Larutan Standar Fenol dengan berbagai Konsentrasi	53
A.5 Larutan Buffer Fosfat 6,8	54
LAMPIRAN B ANALISIS LARUTAN STANDAR FORMAZIN	55
B.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	55
B.2 Kurva Kalibrasi	55
LAMPIRAN C ANALISIS LARUTAN STANDAR FENOL	56
C.1 <i>Scanning</i> Panjang Gelombang.....	56
C.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	57
C.3 Kurva Kalibrasi	57
LAMPIRAN D ANALISIS KEKERUHAN DALAM SAMPEL.....	58
LAMPIRAN E ANALISIS SAMPEL PADA VARIASI pH	59
E.1 Pengukuran Kekeruhan Sampel.....	59
E.2 Grafik Hubungan antara Kekeruhan dengan Variasi pH	61
E.3 Pengukuran Konsentrasi Fenol Sampel	62
E.4 Grafik Hubungan antara Konsentrasi Fenol dengan Variasi pH	65
LAMPIRAN F ANALISIS SAMPEL PADA VARIASI MASSA.....	66
F.1 Pengukuran Kekeruhan Sampel	66
F.2 Grafik Hubungan antara Kekeruhan dengan Variasi Massa	68
F.3 Pengukuran Konsentrasi Fenol dengan Variasi Massa.....	69
F.4 Grafik Hubungan antara Konsentrasi Fenol dengan Variasi Massa	72
LAMPIRAN G. PERHITUNGAN EFEKTIVITAS	73
G.1 Efektivitas Koagulan terhadap Kekeruhan	73
G.2 Grafik Efektivitas Koagulan Kekeruhan	74

G.3 Efektivitas Koagulan terhadap Konsentrasi Fenol	74
G.4 Grafik Efektivitas Koagulan Konsentrasi Fenol.....	75
LAMPIRAN H. FOTO SAMPEL.....	76



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tembakau merupakan tanaman yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi, sehingga banyak sekali petani menjadikan tanaman tembakau sebagai tanaman favorit. Jawa Timur merupakan salah satu penghasil tembakau terbesar di Indonesia sebanyak 83.404 ton atau sekitar 50-55% dari kebutuhan nasional (ptpnxmag, 2012). Pembudidayaan tembakau di daerah Jawa Timur tersebar di 20 kabupaten dengan luas rata-rata 110.791 ha (Hani, 2009). Daun tembakau dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan rokok dan cerutu (Flint, 1990). Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) RI (2010), penduduk Indonesia yang memiliki usia lebih dari 15 tahun mengkonsumsi rokok setiap harinya sekitar 28,2%. Meningkatnya jumlah industri pemanfaatan tembakau menyebabkan jumlah limbah sebagai produk samping proses produksi semakin besar.

Industri yang mengolah daun tembakau menjadi produk cerutu di Kabupaten Jember yaitu PT. Perkebunan Nusantara X Industri Bobbin yang menghasilkan limbah cair sebanyak 7000-8000 L per hari. Limbah cair dari industri tembakau mengandung senyawa nikotin, amonia, asam klorida, etilfenol, toluena (Akinsemolu dkk., 2015), lignin, selulosa, hemi-selulosa (Hou dkk., 2008), perasa kimia yang mengandung glikogen, alkohol, *adsorbable organic halohens* (AOX) serta perstisida dari daun tembakau (Sponza, 2001). Limbah cair industri Bobbin yang dihasilkan pada tanggal 29 Agustus 2017 sebelum dilakukan pengolahan memiliki pH sebesar 8,012, zat padat tersuspensi (TSS) 820 mg/L, kandungan minyak dan lemak sebesar 18,4 mg/L, *Biological Oxygen Demand* (BOD) 1091,64 mg/L, *Chemistry Oxygen Demand* (COD) 8169,64 mg/L, amonia 239,49 mg/L dan kadar fenol 45,21 mg/L. Limbah cair dari industri tembakau dapat menyebabkan permasalahan terhadap lingkungan hidup dengan menurunkan kualitas air yang disebabkan oleh tingginya tingkat kekeruhan dan

kandungan fenol. Kekeruhan air yang tinggi dapat mengganggu fotosintesis fitoplankton serta tidak layak digunakan sebagai air konsumsi dalam kehidupan sehari-hari (Noviani, 2012). Selain itu, perairan yang mengandung fenol diatas baku mutu dapat menyebabkan iritasi, hipotermia, pingsan, kerusakan hati, kelumpuhan, kanker serta koma (Nair dkk., 2008). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pengolahan limbah cair industri tembakau tersebut.

Saat ini, limbah cair yang dihasilkan oleh industri Bobbin telah dilakukan pengolahan dengan 2 metode, yaitu secara biologis dan *Advanced Oxidation Processes* (AOP). Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pengolahan dengan 2 metode tersebut menjadikan limbah cair yang dihasilkan pada tanggal 29 Agustus 2017 sesuai dengan standar baku mutu air bersih yaitu pH sebesar 6, kadar TTS 12 mg/L, kandungan minyak dan lemak sebesar 3,73 mg/L, kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) 6,12 mg/L, *Chemistry Oxygen Demand* (COD) 10 mg/L, kandungan amonia sebesar 22,96 mg/L dan kadar fenol sebesar 0,53 mg/L. Namun, metode secara biologis dan *Advanced Oxidation Processes* (AOP) memiliki kelemahan masing-masing. Metode biologis memerlukan pengontrolan pada lingkungan mikroorganisme agar aktivitasnya optimal dalam menggradasi bahan organik (Indriyati, 2005). Sedangkan metode *Advanced Oxidation Processes* (AOP) memerlukan biaya yang cukup besar pada pengoperasiannya (Sholeh and Setyorini, 2014). Oleh karena itu perlu dilakukan metode alternatif yang lebih efisien, efektif, mudah dan murah dalam mengatasi limbah cair pengolahan daun tembakau.

Koagulasi diyakini merupakan salah satu metode alternatif yang dapat menghilangkan bahan-bahan limbah yang berbentuk koloid dengan menambahkan koagulan (Suryadiputra, 1995). Partikel-partikel tersebut terdestabilisasi, sehingga partikel akan saling tarik-menarik dan menggumpal membentuk flok yang pada akhirnya akan mengendap. Metode koagulasi merupakan metode yang banyak digunakan untuk mengolah limbah cair dikarenakan metode koagulasi sangat efisien dan mudah. Metode koagulasi dapat digunakan untuk mengolah limbah cair dari hasil produksi lembaran daun tembakau dengan menggunakan koagulan PAC (*polyaluminium chloride*) dapat mereduksi kadar *Chemistry Oxygen*

Demand (COD) dan warna masing-masing sebesar 67,8% dan 77,7% (Wang dkk., 2013). Hasil tersebut dapat ditingkatkan dengan memodifikasi proses koagulasi. Li., dkk (2018), menggunakan CPAM (*cationic polyacrylamide*) sebagai koagulan, PFS (*polymeric sulfate*) dan PAC (*polyaluminium chloride*) sebagai flokulan untuk menghilangkan polutan organik pada air limbah tembakau. Hasil yang diperoleh yaitu dapat menurunkan 65,2% COD (*Chemistry Oxygen Demand*), 87,43% padatan tersuspensi dan *chroma* sebanyak 72,53%.

Proses koagulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pH dan jenis koagulan yang digunakan (Wang dkk., 2013). Pemilihan jenis koagulan didasarkan pada daya efektifitas serta dari segi ekonomisnya. Proses koagulasi akan berjalan dengan optimal jika pH yang digunakan merupakan pH optimum dari jenis koagulan, karena setiap koagulan memiliki pH optimum yang berbeda-beda. Jenis koagulan sangat bermacam-macam, seperti tawas, FeCl_3 , FeSO_4 , PAC dan kapur (CaO , CaCO_3) (Sutiyono, 2006). Penggunaan CaO dan CaCO_3 sebagai koagulan sangat menguntungkan karena koagulan kapur ini sangat mudah didapatkan dan harganya murah. Koagulan CaO mudah larut dalam air dan menghasilkan gugus hidroksil ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang bersifat basa dan disertai dengan panas yang tinggi (Budi, 2006). Penggunaan CaO dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair rumah sakit, dimana CaO yang digunakan sebanyak 5 gram dalam 100 mL sampel limbah cair. Penggunaan CaO tersebut dapat meningkatkan kadar *dissolved oxygen* (DO) dari 0,33 mg/L menjadi 3,38 mg/L yang sesuai dengan standar baku mutu (Iman, 2014). Kalsium karbonat (CaCO_3) selain dijadikan sebagai pengatur pH, dapat juga dijadikan sebagai koagulan. Hal ini dikarenakan CaCO_3 ketika ditambahkan pada larutan yang mengandung asam kuat dan ion-ion logam maka akan mengendapkan asam kuat serta ion-ion logam tersebut (Arifin, 2010). Kalsium karbonat (CaCO_3) dapat digunakan untuk menjernihkan air yang ditandai dengan berkurangnya nilai kekeruhannya. Penelitian yang dilakukan oleh Saranya., dkk (2012) menggunakan kalsium karbonat (CaCO_3) dalam pengolahan air limbah. Penggunaan kalsium karbonat sebagai koagulan dapat mereduksi kekeruhan sebesar 66,17%.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengolah limbah cair industri Bobbin tersebut dengan metode koagulasi menggunakan CaO dan CaCO₃ sebagai koagulan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pH terhadap kekeruhan dan konsentrasi fenol pada koagulasi limbah cair Industri Bobbin dengan koagulan CaO dan CaCO₃?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi koagulan CaO dan CaCO₃ terhadap kekeruhan dan konsentrasi fenol dalam limbah cair Industri Bobbin?
3. Bagaimana perbandingan efektifitas CaO dan CaCO₃ dalam pengolahan limbah cair industri Bobbin?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Limbah cair yang digunakan merupakan limbah cair sebelum proses pengolahan dari PT.Perkebunan Nusantara X Industri Bobbin.
2. Koagulan yang digunakan ada 2 jenis yaitu CaO dan CaCO₃ komersial.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh pH dari masing-masing koagulan terhadap efektivitas pengolahan limbah cair Industri Bobbin.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan massa koagulan dari masing-masing koagulan terhadap efektivitas pengolahan limbah cair Industri Bobbin.
3. Untuk mengetahui perbandingan efektivitas masing-masing koagulan dalam pengolahan limbah cair Industri Bobbin.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah diperoleh metode alternatif dalam pengolahan limbah cair Industri Bobbin.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tembakau

Tembakau merupakan tanaman perkebunan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Tanaman tembakau berperan penting bagi perekonomian Indonesia, terutama dalam penyediaan lapangan pekerjaan dan sumber pendapatan bagi para petani. Selain itu, tanaman tembakau menjadi salah satu sumber devisa bagi negara (Cahyono, 2005).



Gambar 2.1 Tanaman Tembakau (Sumber: Anonim, 2018)

Taksonomi dari tumbuhan tembakau adalah sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
 - Divisi : *Spermatophyta*
 - Sub Divisi : *Angiospermae*
 - Kelas : *Dicotyledoneae*
 - Ordo : *Solanales*
 - Famili : *Solanaceae*
 - Genus : *Nicotiana*
 - Spesies : *Nicotiana tabacum L*
- (Steenis, 1997).

Tanaman tembakau mengandung beberapa macam senyawa kimia, komposisi kandungan senyawa kimia daun tembakau dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Senyawa Daun Tembakau

Komponen	Komposisi (% bk)
Total nitrogen	2,20
Protein nitrogen (nitrogen)	1,58
Nikotin	0,67
Nitrogen dari asam α -amino	0,30
Air terlarut karbohidrat	25,9
Selulosa	12,3
Pektin	13,4
Polypentose	4,90
Minyak atsiri	0,13
Resin yang diekstrak menggunakan benzena	7,42
Resin yang diekstrak menggunakan petroleum eter	6,20
Polyphenol	4,39
Volatile karbonil (asetaldehid)	0,26
Asam organik	9,12
a. Asam oksalat	2,18
b. Asam sitrat	1,27
c. Asam malat	4,57
d. Asam volatil	1,12
pH dari air yang terekstrak	5,54
Abu	15,4
Komponen	Komposisi (% bk)

(Sumber: Podlejski and Olejniczak, 1983).

Berdasarkan penggunaannya, terdapat 5 jenis tanaman tembakau, yaitu :

1. Tembakau Cerutu

Tembakau cerutu dibagi menjadi 3 macam berdasarkan fungsinya pada pembuatan rokok cerutu, yaitu tembakau pengisi yang menggunakan tembakau Vorstenland, tembakau pembalut menggunakan jenis tembakau Besuki dan tembakau pembungkus yang sering menggunakan tembakau Deli (Susilowati, 2006).

2. Tembakau Sigaret

Tembakau sigaret digunakan sebagai bahan baku pembuatan rokok sigaret putih maupun kretek. Jenis tembakau yang termasuk dalam tembakau sigaret yaitu

tembakau Virginia, tembakau Oriental (Turki), tembakau Burley (Susilowati, 2006).

3. Tembakau Pipa

Tembakau pipa menggunakan jenis tembakau yang digunakan sebagai pipa, bukan sebagai bahan baku rokok cerutu maupun sigaret. Jenis tembakau yang digunakan dalam tembakau pipa ini yaitu jenis tembakau Lumajang. Tembakau Lumajang dibagi menjadi 2 macam yaitu tembakau Lumajang *Na Oogst* (NO) dan tembakau Lumajang *Voor Oogst* (VO) (Susilowati, 2006).

4. Tembakau Asepan

Tembakau asepan merupakan jenis tembakau yang daunnya diolah secara pengasapan. Jenis dari tembakau asepan ini memiliki daun yang tebal, berat, kuat, berminyak dan memiliki warna hijau yang gelap. Hasil dari tembakau yang diolah secara pengasapan akan berwarna hitam bahkan coklat kemerahan serta memiliki aroma dan rasa yang khas (Susilowati, 2006)

5. Tembakau asli

Tembakau asli merupakan tembakau yang dihasilkan oleh para petani dan diolah dengan cara yang tradisional. Tembakau yang telah dipanen kemudian dirajang dan dikeringangkan dengan memanfaatkan sinar matahari. Tembakau asli ini dapat disebut juga sebagai tembakau rakyat, karena dari pembuatan persemaian, penanaman bahkan pengolahan hasil daun sampai siap dijual ke pasaran dilakukan oleh petani sendiri. Tembakau ini biasanya oleh para petani dijadikan sebagai bahan pembuatan rokok sigaret kretek dan pengisi rokok cerutu (Cahyono, 1998).

2.2 Limbah Cair Industri Tembakau

Air limbah merupakan air yang tidak bersih dan mengandung berbagai macam zat yang dapat membahayakan kelangsungan hidup makhluk hidup (Azwar, 1989). Air limbah yang dihasilkan pada industri tembakau mengandung beberapa macam senyawa yang dapat membahayakan bagi keselamatan makhluk hidup. Hasil analisis air limbah industri lembaran tembakau di China dengan metode FTIR dan GC-MS yang dilakukan oleh Hou dkk. (2008) menunjukkan

adanya senyawa organik pada air limbah seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Lignin adalah polimer yang terdiri dari unit-unit fenilpropana dengan sedikit ikatan yang dapat dihidrolisis (Artiningsih, 2006). Lignin merupakan senyawa kompleks sehingga tidak dapat diuraikan dengan cara hidrolisis. Degradasi lignin dapat dilakukan oleh kapang pelapuk putih (Boyle dkk., 1992). Kapang pelapuk putih diketahui mampu mengeluarkan enzim karena memiliki kemampuan lignolitik (Johjima dkk., 1999). Menurut Pasaribu (1998), aktivitas enzim tersebut dapat membantu proses degradasi lignin sehingga terbentuk senyawa fenol.

Akinsemolu (2014) melakukan analisis pada air limbah industri tembakau. Hasil analisis yang didapat berupa parameter fisika-kimia dan biologis. Sifat fisika-kimia yang diperoleh yaitu kadar COD sebesar 361,02 mg/L, BOD sebesar 115,34 g/mL dan pH sebesar 4,20. COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik. Begitu pula dengan BOD (*Biological Oxygen Demand*) menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang terdapat dalam air. Nilai pH (derajat keasaman) merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Nilai pH yang terdapat pada air limbah adalah 4,20, nilai tersebut menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air limbah (Jenie and Rahayu, 1993). Parameter biologis yang diperoleh yaitu adanya bakteri dan fungi (jamur).

Xiangjuang dkk. (2015), melakukan sebuah penelitian tentang air limbah lembaran tembakau. Hasil penelitiannya yaitu nilai kekeruhan dari air limbah lembaran tembakau sebesar 1.750 NTU. Kekeruhan pada air limbah tembakau dapat terjadi karena adanya zat tersuspensi. Air yang keruh tidak membahayakan, namun dapat mengganggu proses fotosintesis tumbuhan air karena terhalang oleh partikel koloid yang ada pada air limbah tersebut (Basset dkk., 1994). Kekeruhan juga salah satu indikator dari kualitas air, terutama air minum. Semakin rendah nilai kekeruhannya maka kualitas air tersebut akan semakin bagus (Ardhi, 2015).

2.3 Standar Baku Mutu

Baku mutu air limbah bagi industri rokok dan cerutu telah diatur dalam peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 06 Tahun 2010. Berdasarkan peraturan tersebut, baku mutu air limbah bagi industri rokok dan/cerutu dibagi menjadi 4 kategori, yaitu:

- Kategori 1, sumber air limbah berasal dari proses primer basah dan berasal dari proses sekunder.
- Kategori 2, sumber air limbah berasal dari gabungan kategori 1 dengan air limbah domestik.
- Kategori 3, sumber air limbah berasal dari proses primer kering dan/ proses sekunder, termasuk industri cerutu dan industri rokok tanpa cengkeh.
- Kategori 4, sumber air limbah berasal dari kategori 3 digabung dengan air limbah domestik.

Tabel 2.2 Standar Baku Mutu Air Limbah bagi Industri Rokok dan/ Cerutu

Parameter	Satuan	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
TSS	mg/L	100	100	100	100
pH	-	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0
Amonia	mg/L	3,0	10	2,0	10
BOD	mg/L	150	100	80	60
COD	mg/L	300	200	160	120
Fenol	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5
Minyak Lemak	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0

(Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 06 Tahun 2010).

2.4 Pengolahan Air Limbah (*wastewater treatment*)

Air Limbah (*Wastewater*) yang mengandung bahan berbahaya dan sumber dari penyakit, sebelum dibuang ke lingkungan maka harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan air limbah (*Wastewater treatment*) memiliki 2 cara alternative yaitu membawa air limbah ke pusat pengolahan limbah atau membuat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) (Sunu, 2001). Pengolahan air limbah dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Pengolahan air limbah secara fisika

Prinsip dari pengolahan air limbah secara fisika yaitu menghilangkan padatan tersuspensi dalam air limbah (Riffat, 2012). Pengolahan air limbah perlu dilakukan *screening* terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mengambil atau menyisihkan bahan-bahan tersuspensi yang berukuran besar yang mudah mengendap serta menyisihkan bahan-bahan yang mengapung dipermukaan. Proses *screening* dilakukan agar mempermudah dalam proses selanjutnya (Hidayat, 2012).

Proses sedimentasi merupakan pemisahan partikel yang tersuspensi didalam air limbah yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi (Carlsson, 1998). Flotasi merupakan kebalikan dari sedimentasi, flotasi adalah proses pemisahan pemisahan yang didasarkan pada berat jenis (Hidayat, 2012). Filtrasi dalam pengolahan air limbah termasuk proses tersier, karena filtrasi dilakukan setelah proses sekunder (sedimentasi, koagulasi, lumpur teraktivasi) (Hamoda dkk., 2004).

2. Pengolahan air limbah secara kimia

Pengolahan air limbah secara kimia dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak dapat dengan mudah untuk mengendap seperti koloid, logam-logam berat, senyawa fosfor serta zat organik yang beracun (Widjajanti, 2009). Pengolahan air limbah secara kimia merupakan metode yang paling banyak digunakan. Hal ini dikarenakan proses pengolahannya sangat cepat dan efektifitasnya dapat dipertahankan. Air limbah industri mengandung berbagai bahan yang bersifat asam maupun basa yang harus dinetralkan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. pH dari air limbah yaitu pada rentang 6,5-8,5, karena pada rentang pH tersebut sebagian besar mikroba hidup (Hidayat, 2012). Koagulasi adalah penambahan koagulan yang bertujuan untuk mendistabilisasikan partikel koloid sehingga membentuk endapan (Rahimah dkk., 2016).

3. Pengolahan air limbah secara biologi

Pengolahan air limbah secara biologis adalah pengolahan yang bertujuan untuk menurunkan atau menyisihkan substrat tertentu yang terkandung dalam air limbah dengan memanfaatkan aktivitas organisme. Pengolahan air limbah secara

biologi dapat dilakukan dalam 2 lingkungan, yaitu lingkungan aerob, lingkungan anoxic dan lingkungan anaerob. Lingkungan aerob merupakan lingkungan mikroorganisme yang harus memiliki oksigen terlarut (DO) didalam air limbah tersebut cukup banyak. Sedangkan lingkungan anaerob merupakan kebalikan dari lingkungan aerob, didalam air limbah tersebut tidak boleh ada oksigen terlarut (DO) (Hidayat, 2012).

2.5 Koloid dan Koagulasi-Flokulasi

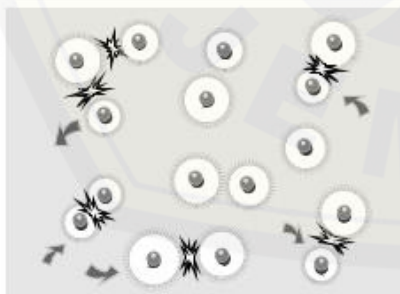
Koloid adalah campuran heterogen antara dua zat atau lebih dimana partikel-partikel zat yang berukuran antara 1-100 nm terdispersi (tersebar) secara merata dalam suatu medium (medium pendispersi) (Keenan, 1984). Berdasarkan interaksi antara zat terdispersi dengan fase pendispersinya, koloid dibagi menjadi 2 yaitu koloid liofil dan koloid liofob. Koloid liofil merupakan koloid yang memiliki interaksi yang kuat dengan pendispersi, sehingga koloid liofil sangat stabil dan susah untuk dipisahkan. Jika fase pendispersinya berupa air maka disebut dengan koloid hidrofil. Koloid liofob merupakan koloid yang memiliki interaksi yang lemah dengan pendispersinya, sehingga koloid liofob tidak stabil. Koloid liofob yang tidak stabil mengakibatkan koloid mudah sekali mengendap sehingga dapat dengan mudah untuk dipisahkan. Koloid liofob jika fase pendispersinya berupa air maka disebut koloid hidrofob (Yazid, 2005). Koloid dalam air limbah bersifat stabil, hal ini terjadi karena keseimbangan antara gaya tarik van der Waals dan gaya tolak elektrik antar partikel. Koloid yang stabil dapat berubah menjadi koloid yang tidak stabil, ketika ditambahkan bahan kimia (koagulan), hidrolisis serta pengadukan cepat.

Proses koagulasi-flokulasi merupakan pengolahan air limbah yang tidak dapat terpisahkan, hal ini dikarenakan kedua proses ini berlangsung bersamaan (Bangun dkk., 2013). Koagulasi adalah penggumpalan partikel-partikel kecil dengan menggunakan zat koagulan. Flokulasi membantu proses pembentukan flok-flok hasil koagulasi menjadi lebih besar sehingga mudah mengendap (Tchobanoglous dkk., 2003). Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid karena adanya penambahan koagulan sehingga partikel membentuk flok.

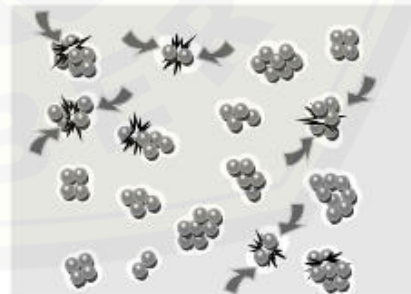
Flokulasi merupakan proses pembentukan dan penggabungan flok yang dihasilkan ketika proses koagulasi menjadi flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap dan mudah dipisahkan (Wagiman and Desy, 2014).

Koloid dapat bersifat tidak stabil (destabilisasi) ketika ditambahkan dengan koagulan. Koagulan yang ditambahkan akan menetralkan muatan dari *double layer*, sehingga terjadi perubahan kekuatan ionik pada partikel koloid. Hal tersebut menyebabkan gaya tolak elektrik semakin kecil bahkan nol. Hal ini menyebabkan partikel koloid berinteraksi secara van der Waals dengan partikel koloid lainnya, sehingga koloid akan saling berdekatan membentuk flok-flok atau grup-grup kecil. Flok kecil yang terbentuk kemudian akan berikatan dengan flok kecil lainnya sehingga ukuran dari flok bertambah besar dan akan mengendap dan dapat dengan mudah untuk dipisahkan (Duan dan Gregory, 2001). Koagulan FeCl_3 merupakan koagulan yang dapat mengion dalam air menjadi kation Fe^{3+} . Kation tersebut akan bereaksi dengan alkalinitas dan terhidrolisis membentuk padatan hidroksida logam yang tidak dapat larut dalam air. Padatan hidroksida logam tersebut menyebabkan destabilisasi pada partikel koloid sehingga partikel-partikel koloid akan tereprangkap pada struktur flok hidroksida logam dan terbawa. Terbentuknya flok-flok tersebut dapat dipisahkan dengan teknik sedimentasi (Wulan dkk., 2010).

a.



b.



Gambar 2.2 a) Partikel yang bermuatan saling tolak-menolak, b) Partikel tak bermuatan bergabung dan menggumpal (Sumber: Ravina, 1993).

Proses koagulasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Temperatur

Temperatur yang rendah akan berpengaruh pada efisiensi proses koagulasi. Jika temperatur diubah, maka pH optimum dan dosis koagulan optimum juga akan berubah (Rahimah dkk., 2016).

2. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi pembentukan flok pada proses koagulasi-flokulasi. Proses koagulasi yang dilakukan tidak pada rentang pH optimal, maka akan pembentukan flok akan gagal (Wardani dkk., 2009).

3. Dosis koagulan

Dosis koagulan sangat bergantung pada jenis limbah dan konsentrasi polutan yang ada pada limbah. Semakin tinggi konsentrasi senyawa organik dalam limbah, maka dosis koagulan yang digunakan dalam proses koagulasi juga akan semakin besar (Tjokrokusumo, 1995).

4. Kecepatan pengadukan

Kecepatan pengadukan juga perlu diperhatikan ketika menggunakan metode koagulasi-flokulasi. Hal ini dikarenakan, jika kecepatan pengadukan terlalu tinggi, maka gaya geser yang timbul akan mencegah pembentukan flok (Moelyo, 2012). Begitu pula sebaliknya, jika kecepatan pengadukan terlalu lambat, maka flok yang terbentuk membutuhkan waktu yang lama (Rahimah dkk., 2006). Pengadukan dapat dilakukan dengan pengadukan lambat selama 5-30 menit (Risdianto, 2007).

2.6 Koagulan

Koagulan adalah zat yang dapat menggumpalkan partikel koloid sehingga terbentuklah endapan. Proses koagulasi menyebabkan zat terdispersi tidak lagi membentuk koloid. Jenis koagulan yang dapat digunakan sangat bermacam-macam, yaitu tawas, FeCl_3 , FeSO_4 , PAC, kapur (CaO , CaCO_3) (Sutiyono, 2006). Jenis koagulan yang biasanya digunakan dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Jenis Koagulan dan pH optimal

Zat Kimia	Rentang pH
Kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	9,0-11,0
Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	4,5-7,0
Feri klorida ($\text{FeCl}_3 \cdot 6 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	4,0-7,0
Fero sulfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	4,0-7,0
PAC	4,5-7,0
Kalsium Oksida (CaO)	9,0*
Kalsium Karbonat (CaCO_3)	9,0*

(Sumber: Risdianto, 2007 dan Imadani, 2017*).

Batu kapur mengandung 98,9% kalsium karbonat (CaCO_3) dan 0,95% magnesium karbonat (MgCO_3). Kapur digunakan dalam beberapa bidang, seperti pada bidang kesehatan lingkungan dalam pengolahan air kotor atau air limbah, dimana kapur dapat mengurangi bahan-bahan organik (Tarmiji, 1986). Kapur selain digunakan sebagai koagulan dalam proses koagulasi, juga berfungsi sebagai pengatur pH dengan kadar alkali yang tinggi. Kapur termasuk koagulan anorganik yang banyak digunakan dalam pengolahan air minum dan pasokan air pada industri (Risdianto, 2007). Kalsium karbonat (CaCO_3) selain dijadikan sebagai pengatur pH, dapat juga dijadikan sebagai koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi. Hal ini dikarenakan CaCO_3 yang bersifat basa, ketika di reaksikan dengan asam kuat dan ion-ion logam maka akan mengendapkan asam kuat serta ion-ion logam tersebut (Arifin, 2010).

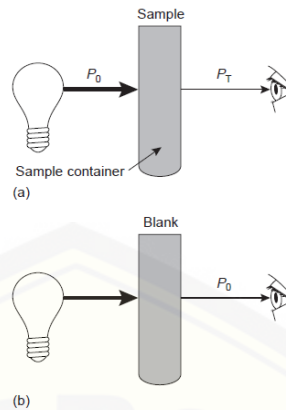
Metode koagulasi-flokulasi diterapkan dalam pengolahan limbah cair rumah sakit dengan menggunakan larutan kapur sebagai koagulan (Astuti dkk., 2016). Larutan kapur sebagai koagulan dalam pengolahan limbah cair rumah sakit dapat menurunkan kadar fosfat. Hal ini dikarenakan, larutan kapur yang ditambahkan pada limbah cair rumah sakit akan bereaksi dengan fosfat sehingga akan menghasilkan endapan hidroksiapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ (Sawyer and Mc Carty, 1989). Proses pengolahan air gambut dengan memanfaatkan cangkang kerang (Prastowo dkk., 2017) sebagai koagulan alami dapat mengurangi kekeruhan air gambut. Cangkang kerang yang mengandung sebagian besar CaCO_3 diubah terlebih dahulu menjadi CaO dengan cara kalsinasi (Qoniah and Prasetyoko, 2011). Hal ini dikarenakan CaO lebih mudah larut dibandingkan dengan CaCO_3 ,

sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama. Hasil yang diperoleh oleh Prastowo dkk. (2017) yaitu, semakin banyak koagulan CaO yang digunakan, maka nilai kekeruhan air gambut akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan zat-zat koloid atau zat tersuspensi dalam air gambut diikat oleh kalsium oksida sebagai koagulan.

2.7 Analisis Spektrofotometer Visible

Spektrofotometer terdiri dari 2 kata, yaitu spektrum dan fotometer. Spektrum akan menghasilkan sinar dari spektrum dengan menggunakan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Spektrofotometer UV-Vis memakai sumber radiasi elektromagnetik ultra violet (190-380) dan sinar tampak (*visibel*) (380-780) (Khopkar, 2007).

Prinsip dasar spektrofotometer adalah pengukuran fraksi cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang dihasilkan oleh sumber radiasi (cahaya) melewati monokromator untuk memilih panjang gelombang yang diinginkan. Hal ini dikarenakan, cahaya dari sumber radiasi merupakan cahaya polikromatik, sehingga perlu diubah menjadi monokromatis. Setelah panjang gelombang terpilih, kemudian sampel akan menyerap cahaya dan diteruskan ke detektor. Cahaya pada detektor diubah menjadi sinyal elektronik yang kemudian diperkuat kekuatan sinyal pada *amplifier*. Sinyal yang dihasilkan kemudian dibaca dan dicatat oleh *recorder* (Hendayana dkk., 2001).



Gambar 2.3 (a) P_0 menunjukkan radiasi dari sumber cahaya dan P_T merupakan radiasi transmisi oleh sampel. (b) P_0 merupakan radiasi transmisi oleh blanko (Sumber: Harvey, 1956)

Berdasarkan gambar 2.3, sehingga diperoleh persamaan

$$T = \frac{P_T}{P_0} \quad (2.1)$$

Absorbansi (A) merupakan negatif logaritma dari transmittan. Sehingga,

$$A = -\log T = -\log \frac{P_T}{P_0} = \log \frac{P_0}{P_T} \quad (2.2)$$

$$A = abc \quad (2.3)$$

(Harvey, 1956).

Penyerapan sinar tampak maupun ultra violet oleh suatu molekul menyebabkan molekul tersebut tereksitasi dari energi dasar (*ground stated*) ke energi yang lebih tinggi (*excited stated*). Proses eksitasi ini terjadi 2 tahap:



Molekul (M) yang tereksitasi menjadi M^* memiliki waktu yang sangat pendek, yaitu sekitar 10^{-8} - 10^{-9} detik. Molekul yang telah tereksitasi (M^*) akan kembali lagi ke keadaan dasar. Proses tersebut disebut *fotokimia* (Hendayana dkk., 2001).



Gambar 2.4 Skema Alat Spektrofotometer

Keterangan:

SR : Sumber Radiasi

M : Monokromator

S : Sample

D : Detektor

A : *Amplifier*

R : *Recorder*

1. Sumber Radiasi

Sumber radiasai atau sumber cahaya yang digunakan biasanya menggunakan lampu Deutrium (HO) untuk ultraviolet dengan panjang gelombang 180-400 nm dan lampu tungsen (wolfram) untuk visible dengan panjang gelombang 400-800 nm.

2. Monokromator

Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Monokromator memisahkan radiasi cahaya puth polikromatis sehingga menjadi cahaya monokromatis.

3. Sample

Sampel yang akan dianalisis dimasukkan ke dalam kuvet.

4. Detektor

Alat yang digunakan untuk mengubah energi radiasi yang diterima menjadi sinyal elektronik.

5. Amplifier

Alat yang digunakan untuk memperkuat sinyal elektronik

6. Recorder

Alat yang berfungsi untuk mencatat data yang dihasilkan

(Day dan Underwood, 2002).

2.8 Analisis Turbidimeter

Cahaya yang melewati suspensi, sebagian cahaya ada yang dihamburkan dan sebagian lagi di transmisikan. Intensitas cahaya yang ditransmisikan inilah yang diukur oleh turbidimeter (Basset dkk., 1994). Turbidimeter menggunakan sumber cahaya pada panjang gelombang 800 nm-1100 nm (Mahida, 1986).

Turbidimeter dan neflometer merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur kekeruhan. Turbidimeter mengukur cahaya yang teradsorpsi oleh partikel suspensi, sedangkan neflometer mengukur cahaya yang dihamburan oleh suspensi (Khopkar, 1990). Perbedaan kedua instrument tersebut juga dapat dilihat pada skema alat dibawah ini.



Gambar 2.5 Skema alat (a) Turbidimeter dan (b) Neflometer (Sumber: Harvey, 1956).

Perbedaan antara turbidimeter dan neflometer berdasarkan skema alatnya yaitu terletak pada penempatan detektor. Semua instrumen alat turbidimeter diletakkan sejajar, sedangkan pada neflometer detektor mengukur radiasi pada sudut 90° dari sumber radiasi (Harvey, 1956).

Pengukuran konsentrasi dalam turbidimeter yaitu transmittan (T), merupakan rasio antara intensitas sumber radiasi yang ditransmisikan oleh suspensi I_T terhadap intensitas sumber radiasi semula, I_0 .

$$T = \frac{I_T}{I_0} \quad (2.6)$$

Absorbansi (A) merupakan negatif logaritma dari transmittan. Sehingga

$$A = -\log T = -\log \frac{I_T}{I_0} = \log \frac{I_0}{I_T} \quad (2.7)$$

Pengukuran disini merupakan pengukuran menggunakan turbidimeter maka A (absorbansi) diganti dengan S (turbidan). Persamaan 2.7 mirip dengan hukum Lambert Beer, sehingga

$$S = \log \frac{I_0}{I_T} = kbC \quad (2.8)$$

(Harvey, 1956).



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Pelaksanaan Penelitian akan berlangsung pada bulan Agustus 2018.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

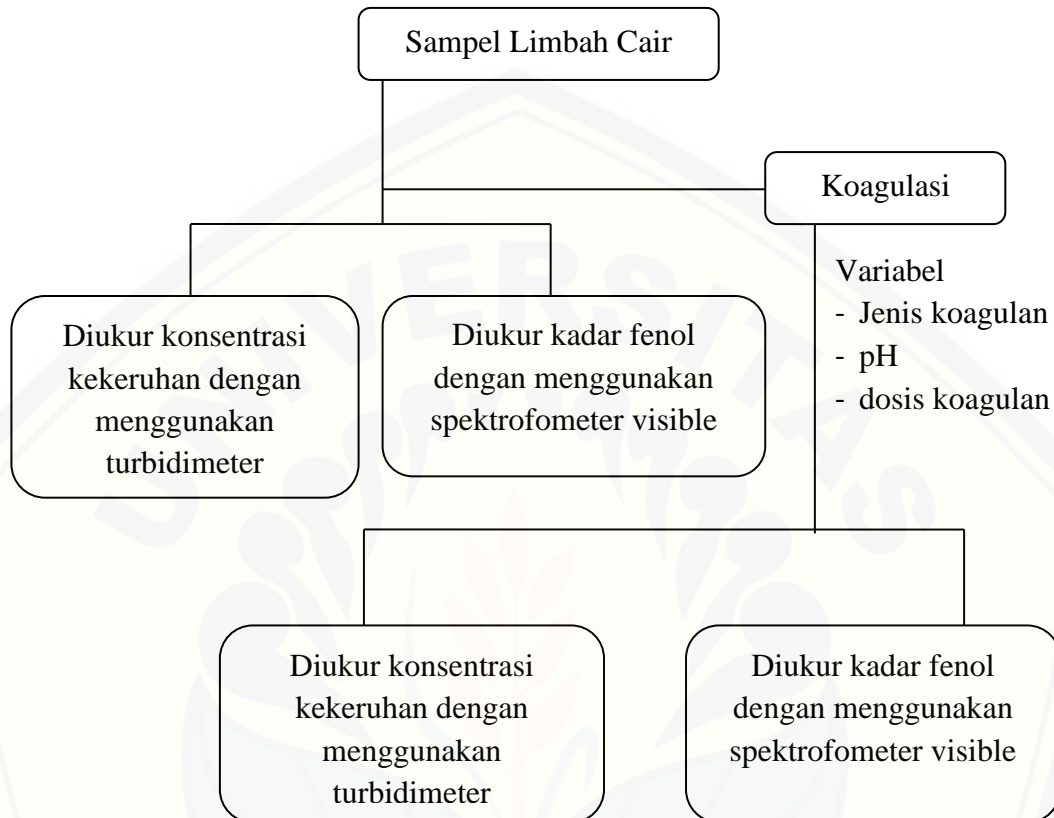
Peralatan yang digunakan penelitian ini antara lain : gelas ukur (100 mL), pipet tetes, pipet *mohr* (1 mL, 5 mL, 10 mL), pipet volume (10 mL, 50 mL), gelas beaker (100 mL, 250 mL), erlenmeyer (500 mL), labu ukur (100 mL, 200, 500 mL, 1000 mL), neraca analitik, pH meter, pengaduk, corong pisah, spektrofotometer visible, turbidimeter, buret, *stirrer*.

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : akuades, limbah cair pabrik cerutu, $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$, $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$, KBrO_3 anhidrat, KBr , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NaOH , $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$, pati, asam salisilat, fenol, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , 4-aminoantipirin, $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, NH_4Cl , NH_4OH , KI , HCl pekat, H_2SO_4 6 M, CHCl_3 , Na_2SO_4 anhidrat, CaO , CaCO_3 .

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian



3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari preparasi sampel, pengukuran kekeruhan sampel sebelum koagulasi, pengukuran kadar fenol sampel sebelum koagulasi, optimasi pH pada masing-masing koagulan, optimasi massa pada masing-masing koagulan, pengukuran kekeruhan sampel setelah koagulasi, pengukuran kadar fenol sampel setelah koagulasi, pembuatan larutan.

3.4.1 Preparasi sampel

Limbah cair yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu berasal dari PT. Perkebunan Nusantara X Industri Bobbin yang berada di kecamatan Arjasa Kabupaten Jember.

3.4.2 Pengukuran Kekeruhan sebelum Koagulasi

a. Pembuatan Kurva Kalibrasi

pembuatan kurva kalibrasi diperlukan agar dapat mengetahui kekeruhan dari sampel. Pembuatan kurva kalibrasi yaitu dengan cara menyiapkan larutan standar dengan konsentrasi 20 NTU, 40 NTU, 60 NTU, 80 NTU, dan 100 NTU. Larutan standar 20 NTU yang telah disiapkan kemudian diukur dengan menggunakan turbidimeter, sehingga akan menghasilkan nilai turbidans (S) dan nilai tersebut dicatat. Lakukan hal yang sama pada larutan standar dengan konsentrasi lainnya. Data yang diperoleh kemudian diplotkan kedalam kurva, dimana pada sumbu X merupakan konsentrasi dari larutan standar dan sumbu Y merupakan nilai turbidans (S). Kurva kalibrasi tersebut akan menghasilkan persamaan garis $y=mx+c$.

b. Analisa Kekeruhan Sampel Limbah Cair dengan menggunakan Turbidimeter

Larutan sampel limbah cair diambil secukupnya dan diukur menggunakan turbidimeter. Nilai turbidans (S) yang diperoleh kemudian dicatat dan digunakan untuk mengetahui kekeruhan dari sampel.

3.4.3 Pengukuran Konsentrasi Fenol sebelum Koagulasi

a. *Scanning* Panjang Gelombang

Scanning panjang gelombang untuk larutan standar dilakukan pada *range* 400-500 nm dengan interval 10. Larutan standar dengan konsentrasi 0,2 mg/L sebanyak 250 mL dimasukkan kedalam gelas beaker dan ditambahkan 6 mL

larutan 0,5 M NH_4OH dan diatur larutan pH menjadi $7,9 \pm 0,1$ dengan penambahan larutan buffer fosfat. Larutan yang telah diatur pH-nya dipindahkan kedalam corong pisah, kemudian larutan ditambahkan 1,5 mL larutan aminoantipirin dan 1,5 mL larutan kalium ferisianida. Larutan kemudian dikocok sampai merata dan dibiarkan selama 3 menit sampai terjadi perubahan warna menjadi kuning jernih. Larutan kemudian diekstraksi dengan menambahkan 12,5 mL larutan kloroform dan kocok kurang lebih 10 kali sampai lapisan kloroform terpisah. Lapisan kloroform dikeluarkan dan disaring dengan menggunakan kertas saring yang telah dilapisi oleh 2,5 g natrium sulfat anhidrat. Filtrat yang diperoleh kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer *visible*.

b. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi dapat dilakukan dengan cara menyiapkan larutan standar fenol dengan konsentrasi 0,2 mg/L, 0,4 mg/L, 0,6 mg/L, 0,8 mg/L dan 1,0 mg/L. Larutan standar fenol dengan konsentrasi 0,2 mg/L sebanyak 250 mL dimasukkan kedalam gelas beaker dan ditambahkan 6 mL larutan 0,5 M NH_4OH dan diatur larutan pH menjadi $7,9 \pm 0,1$ dengan penambahan larutan buffer fosfat. Larutan yang telah diatur pH-nya dipindahkan kedalam corong pisah, kemudian larutan ditambahkan 1,5 mL larutan aminoantipirin dan 1,5 mL larutan kalium ferisianida. Larutan kemudian dikocok sampai merata dan dibiarkan selama 3 menit sampai terjadi perubahan warna menjadi kuning jernih. Larutan kemudian diekstraksi dengan menambahkan 12,5 mL larutan kloroform dan kocok kurang lebih 10 kali sampai lapisan kloroform terpisah. Lapisan kloroform dikeluarkan dan disaring dengan menggunakan kertas saring yang telah dilapisi oleh 2,5 g natrium sulfat anhidrat, kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang maksimum. Lakukan hal yang sama pada larutan standar 0,4 mg/L, 0,6 mg/L, 0,8 mg/L dan 1,0 mg/L sehingga dapat dibuat kurva kalibrasi dengan sumbu x merupakan konsentrasi dari larutan standar dan sumbu y merupakan nilai absorbans, serta didapat pula persamaan garis $y=mx+c$.

c. Analisa Kadar Fenol Sampel Limbah Cair menggunakan Spektrofotometer *Visible*

Larutan sampel limbah cair diambil sebanyak 250 mL dan ditambahkan 6 mL larutan 0,5 M NH_4OH dan diatur larutan pH menjadi $7,9 \pm 0,1$ dengan penambahan larutan buffer fosfat. Larutan yang telah diatur pH-nya dipindahkan kedalam corong pisah, kemudian larutan ditambahkan 1,5 mL larutan aminoantipirin dan 1,5 mL larutan kalium ferisianida. Larutan kemudian dikocok sampai merata dan dibiarkan selama 3 menit sampai terjadi perubahan warna menjadi kuning jernih. Larutan kemudian diekstraksi dengan menambahkan 12,5 mL larutan kloroform dan kocok kurang lebih 10 kali sampai lapisan kloroform terpisah. Lapisan kloroform dikeluarkan dan disaring dengan menggunakan kertas saring yang telah dilapisi oleh 2,5 g natrium sulfat anhidrat, kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer visible pada panjang gelombang maksimum. Nilai absorbansi yang didapat kemudian dicatat dan digunakan untuk mengetahui kadar fenol dalam sampel limbah cair tersebut.

3.4.4 Optimasi pH pada Jenis Koagulan

Limbah cair dimasukkan kedalam 5 gelas beaker masing-masing sebanyak 500 mL. Masing-masing gelas beaker yang telah berisi limbah cair kemudian diatur pH menjadi 8, 9, 10 dan 11. Pengaturan pH ini dapat dilakukan dengan penambahan larutan buffer ammonium setetes demi tetes sampai didapat pH yang diinginkan. Sampel yang telah diatur pH nya kemudian ditambahkan koagulan CaO sebanyak 5 gram dan diaduk sampai larut sempurna. Larutan tersebut kemudian didiamkan sampai terbentuk endapan. Supernatan yang terbentuk kemudian diukur kekeruhan dan kadar fenolnya. Prosedur yang sama dilakukan pula dengan menggunakan koagulan CaCO_3 .

3.4.5 Optimasi Massa Koagulan pada Jenis Koagulan

Limbah cair dimasukkan kedalam 5 gelas beaker masing-masing sebanyak 500 mL. 5 buah gelas beaker yang telah diisi limbah cair kemudian diatur pH optimum yang telah didapat pada tahap sebelumnya. Sampel yang telah diatur pH nya kemudian ditambahkan koagulan CaO sebanyak 5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram, 25 gram dan diaduk sampai larut sempurna. Larutan yang telah

ditambahkan koagulan CaO kemudian didiamkan sampai terbentuk endapan. Supernatan yang terbentuk kemudian diukur kekeruhan dan kadar fenolnya. Prosedur yang sama dilakukan pula dengan menggunakan koagulan CaCO₃.

3.4.6 Pengukuran Kekeruhan Sampel setelah Koagulasi

Pengukuran kekeruhan pada sampel limbah cair setelah koagulasi menggunakan cara dan teknik yang sama seperti point 3.4.2 b.

3.4.7 Pengukuran Konsentrasi Fenol Sampel setelah Koagulasi

Pengukuran kadar fenol pada sampel limbah cair setelah koagulasi menggunakan cara dan teknik yang sama seperti point 3.4.3 c.

3.4.8 Pembuatan Larutan

a. Pembuatan larutan hidrazin sulfat 0,08 M

Larutan hidrazin sulfat dapat dibuat dengan cara melarutkan 1 gram (NH₂)₂H₂SO₄ dengan sedikit akuades sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

b. Pembuatan larutan heksametilena tetramin 0,7 M

Larutan heksametilena tetramin dapat dibuat dengan cara melarutkan 10 gram (CH₂)₆N₄ dengan sedikit akuades sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

c. Pembuatan larutan induk 4000 NTU (*Neflo Turbidans Unit*)

Larutan induk dapat dibuat dengan mencampurkan 50 mL larutan hidrazin sulfat dan 50 mL larutan heksametilena tetramin. Larutan kemudian dibiarkan selama 24 jam dengan suhu 25°C ± 3°C.

d. Pembuatan larutan standar 1000 NTU (*Neflo Turbidans Unit*)

Larutan standar 1000 NTU (*Neflo Turbidans Unit*) dapat dibuat dengan cara memasukkan 25 mL larutan induk 4000 NTU (*Neflo Turbidans Unit*) kedalam labu ukur 100 mL. Larutan kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Larutan standar 1000 NTU (*Neflo Turbidans Unit*) kemudian diambil masing-masing 2 mL, 4 mL, 6 mL, 8 mL, 10 mL dan dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Larutan kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas,

sehingga didapatkan larutan standar dengan konsentrasi 20 NTU (*Neflo Turbidans Unit*), 40 NTU (*Neflo Turbidans Unit*), 60 NTU (*Neflo Turbidans Unit*), 80 NTU (*Neflo Turbidans Unit*) dan 100 NTU (*Neflo Turbidans Unit*).

e. Pembuatan larutan induk fenol 1000 mg/L

Larutan induk fenol ini dapat dibuat dengan cara melarutkan 100 mg fenol dengan sedikit akuades sampai larut. Larutan dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas. Larutan induk fenol perlu dilakukan standarisasi terlebih dahulu dengan cara memasukkan 100 ml akuades dan 50 mL larutan induk fenol kedalam erlenmeyer 500 mL. Larutan kemudian ditambahkan 10 mL bromat-bromida dan 5 mL HCl pekat, dikocok hingga merata. Larutan ditambahkan 10 mL bromat-bromida secara bertahap sampai larutan berubah warna menjadi coklat dan dibiarkan selama 10 menit. Larutan yang telah didiamkan kemudian ditambahkan 1 gram KI. Larutan kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0.025 M dan ditambahkan larutan pati sebagai indikator. Dicatat larutan natrium tiosulfat yang digunakan dan lakukan langkah yang sama untuk larutan blanko, sehingga dapat dihitung kadar fenol dalam larutan induk fenol.

f. Pembuatan larutan standar fenol 100 mg/L

Larutan standar fenol dengan konsentrasi 100 mg/L dapat dibuat dengan cara mengambil 10 mL larutan induk 1000 mg/L dan dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Larutan kemudian diencerkan dengan menggunakan akuades sampai tanda batas. Larutan standar 100 mg/L kemudian diambil masing-masing 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL dan dimasukkan kedalam labu ukur 500 mL. Larutan kemudian diencerkan dengan menggunakan akuades sampai tanda batas, sehingga didapatkan larutan standar fenol dengan konsentrasi 0,2 mg/L, 0,4 mg/L, 0,6 mg/L, 0,8 mg/L, dan 1,0 mg/L.

g. Pembuatan larutan bromat-bromida 0,01 M

Larutan bromat-bromida dapat dibuat dengan cara melarutkan 0,2784 gram KBrO_3 anhidrat dengan sedikit akuades dan diaduk sampai larut. Larutan kemudian ditambahkan 1 gram KBr dan diaduk sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas.

h. Pembuatan larutan natrium tiosulfat 0,025 M

Larutan natrium tiosulfat dapat dibuat dengan cara melarutkan 6,205 gram $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam sedikit akuades dan diaduk sampai larut. Larutan kemudian ditambahkan 1,5 mL 6 N NaOH atau 0,4 gram NaOH dan diaduk sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Larutan standar yang telah dibuat kemudian distandarisasi dengan larutan kalium bi-iodat. Standarisasi dilakukan dengan cara melarutkan 2 gram KI dengan 100 atau 500 mL akuades, ditambahkan 1 mL 6 M H_2SO_4 dan 20 mL larutan kalium bi-iodat. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 200 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Larutan kemudian dititrasikan dengan larutan standar natrium tiosulfat dan tetesi larutan pati sebagai indikator. Titrasikan terhenti ketika terjadi perubahan warna dan membutuhkan larutan natrium tiosulfat 0,025 M 20 mL.

i. Pembuatan larutan kalium bi-iodat 0,0021 M

Larutan kalium bi-iodat dapat dibuat dengan cara melarutkan 81,24 gram $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ dengan sedikit akuades dan diaduk sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

j. Pembuatan larutan pati

Larutan pati ini dapat dibuat dengan cara melarutkan 2 gram pati dan 0,2 gram asam salisilat dengan sedikit akuades panas sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

k. Pembuatan larutan buffer fosfat

Larutan buffer fosfat dapat dibuat dengan cara melarutkan 104,5 gram K_2HPO_4 dan 72,3 gram KH_2PO_4 dengan sedikit akuades sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas sehingga pH 6,8.

l. Pembuatan larutan 4-aminoantipirin 0,1 M

Pembuatan larutan 4-aminoantipirin yaitu melarutkan 4-aminoantipirin sebanyak 2 gram dengan sedikit akuades sampai larut. Larutan kemudian

dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Larutan 4-aminoantipirin dibuat ketika akan dilakukan analisis.

m. Pembuatan larutan kalium ferisianida 0,2 M

Larutan kalium ferisianida dapat dibuat dengan cara melarutkan 8 gram $K_3Fe(CN)_6$ dalam sedikit akuades sampai larut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencer sampai tanda batas. Larutan kalium ferrisianida ini dipersiapkan tiap minggu.

n. Pembuatan larutan buffer ammonium

Larutan buffer ammonium yaitu NH_4Cl dengan konsentrasi 0,1 M sebanyak 50 mL ditambahkan dengan NH_4OH konsentrasi 0,1 M sebanyak 30 mL ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$). Kedua larutan tersebut dicampurkan perlahan hingga mendapatkan pH 9, pH dikontrol dengan menggunakan pH meter. Selanjutnya buffer ammonium divariasikan pHnya 8, 10, dan 11.

3.5 Analisa Data

3.5.1 Pengukuran Kekeruhan

Nilai turbidans yang telah didapatkan dan dicatat dari hasil pengukuran larutan standar akan menghasilkan kurva kalibrasi, dengan sumbu x merupakan konsentrasi larutan standar dan sumbu y merupakan nilai turbidans. Kurva kalibrasi tersebut akan menghasilkan persamaan garis $y=mx+c$. Persamaan tersebut digunakan untuk mengetahui konsentrasi kekeruhan dari sampel yang dianalisis, dimana y merupakan nilai turbidans yang dihasilkan dari pengukuran sampel dan nilai x merupakan konsentrasi kekeruhan dari sampel tersebut.

3.5.2 Pengukuran Konsentrasi Fenol

Nilai absorbans yang telah didapatkan dan dicatat dari hasil pengukuran larutan standar akan menghasilkan kurva kalibrasi, dengan sumbu x merupakan konsentrasi larutan standar dan sumbu y merupakan nilai absorbans. Kurva kalibrasi tersebut akan menghasilkan persamaan garis $y=mx+c$. Persamaan tersebut digunakan untuk mengetahui kadar fenol dari sampel yang dianalisis, dimana y merupakan nilai absorbans yang dihasilkan dari pengukuran sampel dan nilai x merupakan kadar fenol dari sampel tersebut.

3.5.3 Penentuan pH Optimum pada Jenis Koagulan

Penentuan pH optimum ini dapat diketahui dengan cara membuat grafik antara pH vs konsentrasi kekeruhan dan pH vs kadar fenol.

pH	Kekeruhan (NTU)

pH	Konsentrasi Fenol (mg/L)

3.5.4 Penentuan Massa Optimum pada Jenis Koagulan

Penentuan dosis optimal ini dapat diketahui dengan cara membuat grafik antara massa koagulan vs konsentrasi kekeruhan dan massa koagulan vs kadar fenol.

Massa Koagulan (gram)	Kekeruhan (NTU)	Massa Koagulan (gram)	Konsentrasi Fenol (mg/L)

3.5.5 Perhitungan Efektivitas

$$\% \text{Penurunan Kekeruhan} = \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{Penurunan Fenol} = \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan;

$$TSS = a \times T$$

Dimana,

TSS : zat padat yang tersuspensi

a : koefisien

T : turbiditas

(Hannouche dkk., 2012).

Sehingga, %Penurunan (kekeruhan ataupun fenol)=% TSS

Maka,

$$\text{Efektifitas terhadap Kekeruhan} = \frac{\%TSS}{100} \times TSS \text{ awal} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa koagulan}}$$

$$\text{Efektifitas terhadap Fenol} = \frac{\% \text{penurunan Fenol}}{100} \times \text{Fenol awal} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa koagulan}}$$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. pH optimal pada penerunan kekeruhan dan konsentrasi fenol terjadi pada pH 10 baik menggunakan koagulan CaO maupun CaCO_3 .
2. Konsentrasi koagulan yang optimal sebanyak 3% dalam menurunkan kekeruhan dan konsentrasi fenol, baik dengan koagulan CaO maupun CaCO_3 .
3. Koagulan CaO lebih efektif dibandingkan CaCO_3 dalam proses koagulasi pada penurunan kekeruhan dan konsentrasi fenol pada sampel limbah cair.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan penambahan variabel, misalnya kecepatan pengadukan dan lama pengadukan yang dapat mempengaruhi proses koagulasi. Selain itu, dapat juga untuk mengukur parameter fisik maupun kimia yang lain, seperti BOD, COD, NH_3 , TSS, Minyak dan Lemak.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinsemolu, A. 2014. Microbiological, Physicochemical and Genotoxicological Assessment of Tobacco Wastewater. *Advanced In Applied Science Research*. 5(3):423-438.
- Akinsemolu, A., C. C. Nwangburuja, dan K. O. Ogunwenmo. 2015. Evaluation of Tobacco Industrial Wastewater for Genotoxic Characteristics on *Allium cepa* L. Root Cell Mitosis. *Journal of Advances In Biology & Biotechnology*. 2(3):165-173.
- American Public Health Association (APHA). 1995. *Standard Methods of the Examination of Water and Waste Water*. 19th ed. Washington DC: American Public Health.
- Anonim. 2018. Gambar Tembakau. <http://google.co.id>. [diakses pada tanggal 18 Januari 2018].
- Ardhi, S. 2015. Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengukur Keketuhan Air pada Perusahaan Air Minum Di Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*. 3 September 2015.
- Arifin, Z. 2010. Identifikasi dan Karakterisasi Batu Kapur (CaCO₃) Kemurnian Tinggi sebagai Potensi Unggulan Di Kabupaten Tuban. *Executive Summary Penelitian Produktif*. Surabaya: ITS.
- Artiningsih, T. 2006. Aktivitas Ligninolitik Jenis Ganoderma pada Berbagai Sumber Karbon. *Biodiversitas*. 7(4):307-311.

- Astuti, W. T. D., T. Joko, dan N. A. Y. Dewanti. 2016. Efektivitas Larutan Kapur dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Limbah Cair RSUD Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(3):941-948.
- Azwar, A. 1989. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara.
- Bangun, A. R., S. Aminah, R. A. Hutahaean, dan M. Y. Ritonga. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(1):7-13.
- Basset, J., R. C. Denny, G. H. Jeffrey, dan J. Mendhom. 1994. *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Boyle, C. D., B.R. Kropp dan I. D. Reid. 1992. Solubilization and Mineralization of Lignin by White Rot Fungi. *Applied Environment Microbiology*. 58:3217-3224.
- Budi, S. S. 2006. Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas dan Filtrasi Zeolit pada Limbah Cair (Studi Kasus Rs Bethesda Yogyakarta). *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Cahyono, B. 1998. *Tembakau, Budi daya dan Analisis Tani*. Yogyakarta: Kanisius Press.
- Cahyono, B. 2005. *Tembakau: Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius Press.
- Carlsson, B. 1998. *An Introduction to Sedimentation Theory In Wastewater Treatment*. Sweden: Uppsala University.

- Day, R. A. dan A. L. Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif. Edisi Keenam*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Duan, J. dan J. Gregory. 2002. Coagulation by Hidrolysing Metal Salt. *Advances in Colloid and Interface Science*. 100(102):475-502.
- Flint, M. L., dan R. V. D. Bosch. 1990. *Pengendalian Hama Terpadu*. Yogyakarta: Penerbit Kasinus.
- Halim, A., M. Cakrawala dan N.Fuhaid. 2017. Penambahan CaCO_3 , CaO dan CaOH_2 pada Lumpur Lapindo agar Berfungsi sebagai Bahan Pengikat. *Prosiding SENTIA 2017 Politeknik Negeri Malang*.
- Hamoda, M. F., I. Al-Ghusain, dan N. Z. Al-Mutairi. 2004. Sand Filtration of Wastewater for Tertiary Treatment and Water Reuse. *Desalination*. 164(3):203-211.
- Hani, E. S., Soetriono, dan H. Paramu. 2009. Pemodelan dan Strategi Competitiveness Agribisnis Tembakau Besuki Na-Oogst di Jawa Timur. *J-SEP*. 3(2):59-69.
- Hannouche, I., G. Chebbo, G. Ruban, B. Tassin, B. J. Lemaire, dan C. Joannis. 2012. Relationship between Turbidity and Total Suspended Solids Concentration within A Combined Sewer System. *Water Science Technology*. 64(12):2445-2452.
- Harvey, D. 1956. *Modern Analytical Chemistry*. USA: The McGraw-Hill Companies.
- Haslindah, A., dan Zulkifi. 2012. Analisis Jumlah Koagulan ($\text{Tawas}/\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) yang digunakan dalam Proses Perjernihan Air Pada PDAM Instalasi 1

Ratulangi Makasar. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 7(13):974-976.

Hendayana dkk. 2001. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.

Hidayat, Nur. 2012. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair*. Malang: Universitas Brawijaya.

Hou dan Zheng. 2008. Analysis of Pollutants in Wastewater from Manufacture of Papermaking Reconstituted Tobacco Slice. *Journal of South China University of Technology*. 36(3):95-98.

Imadani, N. 2017. Penurunan Massa Boron pada Limbah Air Tambak Garam (*Bittern*) dengan Metode Koagulasi-Flokulasi. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Jember.

Iman, F., R. P. Hiola, S. Bialangi. 2014. Perbedaan Efektivitas Kapur Tohor (CaO) dalam meningkatkan *Dissolved Oxygen* (DO) pada Limbah Cair RSUD Datoe Binangkang Bolaang Mongondow. *Skripsi*. Gorontalo: Fakultas Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan Program Studi Kesehatan Masyarakat Peminatan Kesehatan Lingkungan Universitas Negeri Gorontalo.

Indriyati. 2005. Pengolahan Limbah Cair Organik secara Biologi menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam. *JAL*. 1(3):340-343.

Indriyati dan Susanto Prayitno. 2009. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kecap secara Koagulasi dan Flokulasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 3:265-270.

- Jenie, B. S. L., dan W. P. Rahayu. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Johjima T., N. Itoh, M. Kabuto, F. Tokimura, T. Nakagawa. H. Wariishi dan H. Tnaka. 1999. Direct Interaction of Lignin and Lignin Peroxidase from Phanerochaete Chrysosporium. *Proceedings of the National Academy of Sciencer of the United States of America*. 96:1989-1994.
- Keenan, Charles W. 1984. *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analaitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Khopkar, S. M. 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press.
- Li, P., Q. Wu, H. Wu, S. Wen, L. Wang, dan S. Li. 2018. Flocculation- Air Flotation Treatment of Wastewater from Paper-making Reconstituted Tobacco Sheet. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 170(3): 1-8.
- Luo, N., D. Wei, Y. Shen, W. Liu, dan S. Gao. 2017. Effect of Calcium Ion on The Separation of Rhodochrosite and Calcite. *Journal of Materials Research and Technology*. 7(1):1-6.
- Mahida, U. N. 1986. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali.
- Moelyo, M. 2012. Pengkajian Epektifitas Proses Koagulasi dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit-Sukaregang Garut. *Jurnal Teknik Hidraulik*. 3(2): 169-182.

- Nair, C. L., K. Jayachandaran, dan S. Shashidar. 2008. Biodegradation of Phenol. *African Journal of Biotechnology*. 7(25):4951-4958.
- Noviani, H. 2012. Analisis Penggunaan Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dan Kitosan pada Proses Penjernihan Air di PDAM Tirta Pakuan Bogor. *Skrisi*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Kimia Universitas Pakuan.
- Pasaribu, T., A. P. Sinurat, T. Purwadaria, Supriyati, J. Rosida dan H. Hamid. 1998. Peningkatan Nilai Gizi Lumpur Sawit melalui Proses Fermentasi: Pengaruh Jenis Kapang, Suhu dan Lama Proses Enzimatis. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 3(4):237-242.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 06 Tahun 2010. Baku Mutu Air Limbah bagi Industri Rokok dan/ Cerutu. 18 Januari 2010. Jakarta.
- Petrucci, R.H., W. S Harwood, F. G. Herring, dan J. D. Madura. 2007. *Kimia Dasar: Prinsip-prinsip & Aplikasi Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Podlejski, J. dan W. Olejniczak. 1983. Methods and Techniques in Research of Tobacco Flavour. *Nahrung*. 27(5):429-436.
- Prasetya, E. P. 2016. Perbandingan Kebutuhan Koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC untuk Pengolahan Air Bersih di WTP Sungai Ciapus Kampus IPB Dramaga. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Intitut Pertanian Bogor.
- Prastowo, P., L. Destiarti, dan T. A. Zaharah. 2017. Penggunaan Kulit Kerang Darah sebagai Koagulan Air Gambut. *JKK*. 6(4):65-58.
- Ptpnxmag. 2012. *Prognosa Laba Rugi 2011 Lampau Target*. Surabaya: PTPN X.

- Qoniah dan Prasetyoko. 2011. Penggunaan Cangkang Bekicot sebagai Katalis untuk Reaksi Transesterifikasi Refined Palm Oil. *Prosiding*. Surabaya: Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahimah, Z., H. Heldawati, dan I. Syaquiah. 2016. Pengolahan limbah Detergen dengan metode Koagulasi-Flokulasi menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Konversi*. 5(2):13-19.
- Ravina L. 1993. *Everyting You Want To Know About Coagulation and Flucolation*. USA: Zeta Meter.
- Riffat, R. 2012. *Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering*. Colombia: CRC Press.
- Risdianto, D. 2007. Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul). *Tesis*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Riset Kesehatan Dasar. 2010. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementrian Kesehatan RI.
- Romadhon, R. M. 2016. Efektifitas Jenis Koagulan dan Dosis Koagulan terhadap Penurunan Kadar Kromium Limbah Penyamakan Kulit. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Saranya. R, S. Shanmugapriya dan R. Subashini. 2017. Experimental Study on Treatment of Sullage Waste Water Using Coagulants. *SSRG International JJJooournaaal of Civil Enginnneeeerinnng*. 76-80.
- Sawyer dan Mc Carty. 1989. *Chemistry for Environmental Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book.

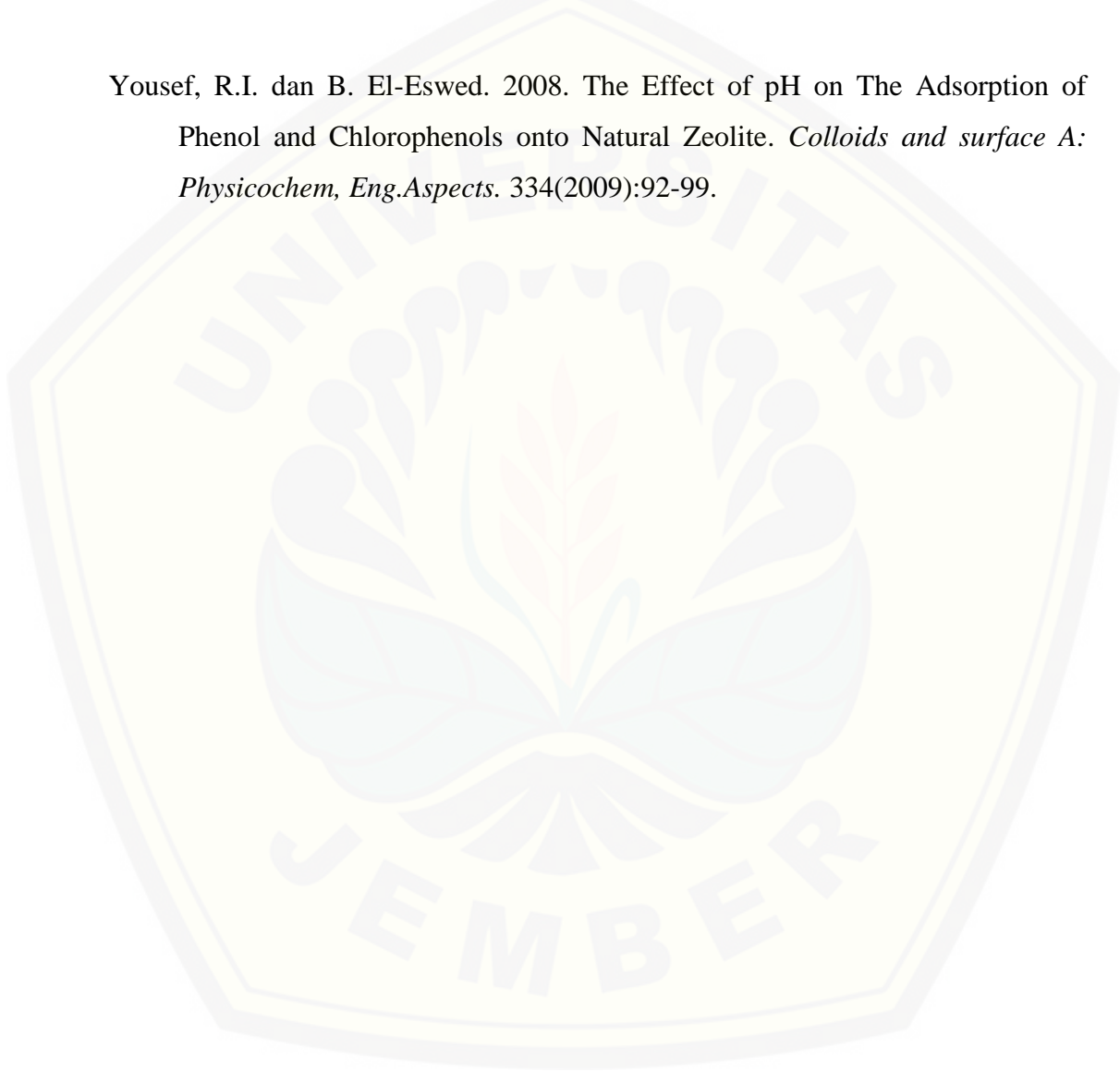
- Sholeh dan Setyorini. 2014. A Review on Application of Advanced Oxidation Processes (AOPs) for Tannery Wastewater Treatment. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-3 Yogyakarta, 29 Oktober 2014*. 85-105.
- Sponza, D. T. 2001. Toxicity Studies In A Tobacco Industry Biological Treatment Plant. *Water, Air and Soil Pollution*. 134:137-164.
- Steenis, C. G. G. J. 1997. *Flora*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Suryadiputra. 1995. *Pengantar Kuliah Pengolahan Air Limbah: Pengolahan Air Limbah dengan Metode Kimia (Koagulasi dan Flokulasi)*. Bogor: Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Susilowati, E. Y. 2006. Identifikasi Nikotin dari Daun Tembakau (*Nicotiana Tabacum*) Kering dan Uji Efektifitas Ekstrak Daun Tembakau sebagai Insektisida Penggerak Batang Padi (*Scirpophaga Innonata*). *Skripsi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuna Alam Universitas Negeri Surakarta.
- Sutiyono. 2006. Pemanfaatan Bittern sebagai Koagulan Pada Limbah Cair Industri Kertas. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(1):36-42.
- Tarmiji dkk. 1986. *Kajian Jartest Koagulasi-Flokulasi sebagai Dasar Perancangan Instalasi Pengolahan Air Gambut (IPAG) Menjadi Air Bersih*. Cibinong: Research Centre for Limnology – LIPI.

- Tchobanoglous, G., F. L. Burton, dan H. D. Stensel. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Fourth Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Tjokrokusumo. 1995. *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air*. Yogyakarta: STTL YLH.
- Wagiman and Desy. 2014. *Modul Praktikum Pengendalian Limbah Industri*. Yogyakarta: UGM.
- Wang, Y., K. Chen, L. Mo, J. Li, dan J. Xu. 2013. Optimization of Coagulation–Flocculation Process for Papermaking-Reconstituted Tobacco Slice Wastewater Treatment using Response Surface Methodology. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 20(2):391-396.
- Wardani, R. S., B. Iswanto, dan Winarni. 2009. Pengaruh pH pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 5(2):40-45.
- Widjajanti, E. 2009. *Penanganan Limbah Laboratorium Kimia*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.
- Wijayanti, D. 2006. Studi Perbandingan Efektifitas FeCl_3 dan Tawas sebagai Koagulan Llimbah Cair RSUD dr.Soebandi Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Wulan, P. P. D. K., Dianursanti, M. Gozan, dan W. A. Nugroho. 2010. Optimasi Penggunaan Koagulan pada Pengolahan Air Limbah Batubara. *Proseding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*. Yogyakarta, 26 Januari 2010.

Xiangjuan, M., Y. Gao dan H. Huang. 2015. Treatment of Tobacco Sheet Wastewater by Electrocoagulation Combined with Electrochemical Oxidation. *Water Science & Technology*. 71(8):1165-1172.

Yazid, Eistein. 2005. *Kimia Fisika untuk Paramedis*. Yogyakarta: Andi Press.

Yousef, R.I. dan B. El-Eswed. 2008. The Effect of pH on The Adsorption of Phenol and Chlorophenols onto Natural Zeolite. *Colloids and surface A: Physicochem, Eng.Aspects*. 334(2009):92-99.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A. PEMBUATAN LARUTAN

A.1 Larutan Induk Formazin 4000 NTU

- $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ 0,7 M

$$M = \frac{n}{v}$$

$$0,7 \text{ mol/L} = \frac{n}{0,05 \text{ L}}$$

$$n = 0,035 \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{Mr}$$

$$0,035 \text{ mol} = \frac{\text{massa}}{140,19 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Massa} = 4,9 \text{ gram}$$

- $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$ 0,08 M

$$M = \frac{n}{v}$$

$$0,08 \text{ mol/L} = \frac{n}{0,05 \text{ L}}$$

$$n = 0,004 \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{Mr}$$

$$0,004 \text{ mol} = \frac{\text{massa}}{130,12 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Massa} = 0,5 \text{ gram}$$

Kedua larutan kemudian dicampur didalam botol yang gelap dan didiamkan selama 24 jam pada suhu $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$, sehingga akan menghasilkan larutan standar formazin dengan konsentrasi 4000 NTU.

A.2 Larutan Standar Formazin dengan Berbagai Konsentrasi

Larutan standar formazin dengan konsentrasi 40 NTU, 10 NTU, 8 NTU, 6 NTU, 4 NTU dan 2 NTU dibuat dengan melakukan pengenceran dari larutan standar formazin 400 NTU.

- Konsentrasi 400 NTU

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$4000 \text{ NTU} \times V_1 = 400 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{400 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}}{4000 \text{ NTU}}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

- Konsentrasi 40 NTU

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$4000 \text{ NTU} \times V_1 = 40 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{40 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}}{4000 \text{ NTU}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 10 NTU

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$400 \text{ NTU} \times V_1 = 10 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}}{400 \text{ NTU}}$$

$$V_1 = 1,25 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 8 NTU

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$400 \text{ NTU} \times V_1 = 8 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{8 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}}{400 \text{ NTU}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 2 NTU

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$400 \text{ NTU} \times V_1 = 2 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{2 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}}{400 \text{ NTU}}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 6 NTU

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$400 \text{ NTU} \times V_1 = 6 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{6 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}}{400 \text{ NTU}}$$

$$V_1 = 0,75 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 4 NTU

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$400 \text{ NTU} \times V_1 = 4 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{4 \text{ NTU} \times 50 \text{ mL}}{400 \text{ NTU}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

A.3 Larutan Induk Fenol 1000 mg/L

Larutan induk Fenol 1000 mg/L dibuat dengan melarutkan 100 mg fenol dengan aquades dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas.

A.4 Larutan Standar Fenol dengan berbagai Konsentrasi

Larutan standar fenol dengan konsentrasi 1,0 mg/L, 0,8 mg/L, 0,6 mg/L, 0,4 mg/L, dan 0,2 mg/L dibuat dengan melakukan pengenceran dari larutan standar 100 mg/L.

➤ Konsentrasi 100 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ mg/L} \times V_1 = 100 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 1,0 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 1,0 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1,0 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}}{100 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 0,8 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,8 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,8 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}}{100 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 0,6 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,6 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,6 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}}{100 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 3 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 0,4 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,4 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,4 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}}{100 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

➤ Konsentrasi 0,2 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,2 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,2 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}}{100 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

A.5 Larutan Buffer Fosfat 6,8

- K_2HPO_4 1 M

$$M = \frac{n}{v}$$

$$1 \text{ mol/L} = \frac{n}{0,1 \text{ L}}$$

$$n = 0,1 \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{Mr}$$

$$0,1 \text{ mol} = \frac{\text{massa}}{174,18 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Massa} = 17,418 \text{ gram}$$

- KH_2PO_4 1 M

$$M = \frac{n}{v}$$

$$1 \text{ mol/L} = \frac{n}{0,1 \text{ L}}$$

$$n = 0,1 \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{Mr}$$

$$0,1 \text{ mol} = \frac{\text{massa}}{136,09 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Massa} = 13,609 \text{ gram}$$

Larutan buffer fosfat 6,8 dibuat dengan mencampurkan 49,7 mL larutan K_2HPO_4 dan 50,3 mL larutan KH_2PO_4 .

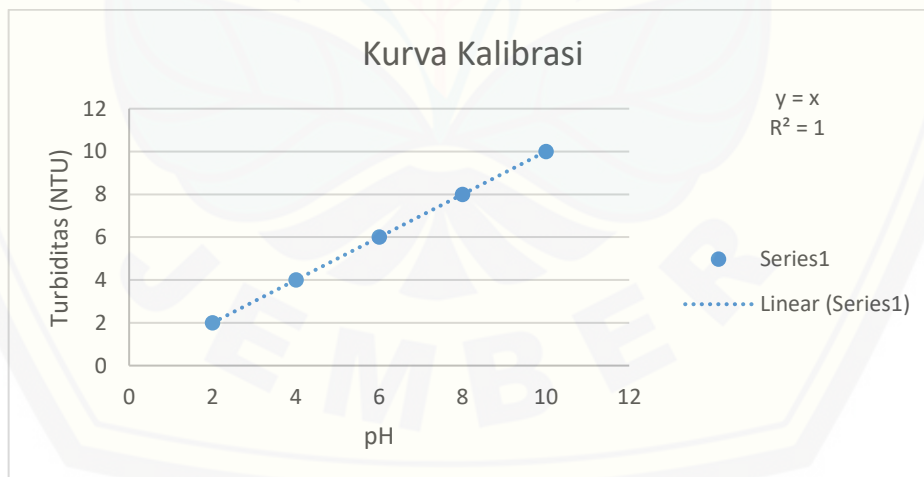
LAMPIRAN B. ANALISIS LARUTAN STANDAR FORMAZIN

B.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi ini dengan mengukur berbagai konsentrasi larutan standar yang sudah dibuat dengan menggunakan turbidimeter.

No	Konsentrasi	Turbidiitas			Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1	10	10	10	10	10
2	8	8,1	8	8	8
3	6	6	6	6	6
4	4	4,1	4	4	4
5	2	2	2	2,1	2

B.2 Kurva Kalibrasi



Hasil regresi dari kurva kalibrasi akan digunakan untuk menghitung kekeruhan yang ada dalam sampel limbah cair.

LAMPIRAN C. ANALISIS LARUTAN STANDAR FENOL**C.1 Scanning Panjang Gelombang**

No	Panjang Gelombang	Absorbansi			Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1	400	0,198	0,199	0,199	0,199
2	410	0,122	0,122	0,121	0,122
3	420	0,125	0,125	0,125	0,125
4	430	0,128	0,127	0,128	0,128
5	440	0,13	0,129	0,13	0,13
6	450	0,132	0,132	0,132	0,132
7	460	0,135	0,135	0,135	0,135
8	470	0,134	0,133	0,133	0,133
9	480	0,131	0,131	0,131	0,131
10	490	0,129	0,13	0,129	0,129
11	500	0,127	0,127	0,127	0,127

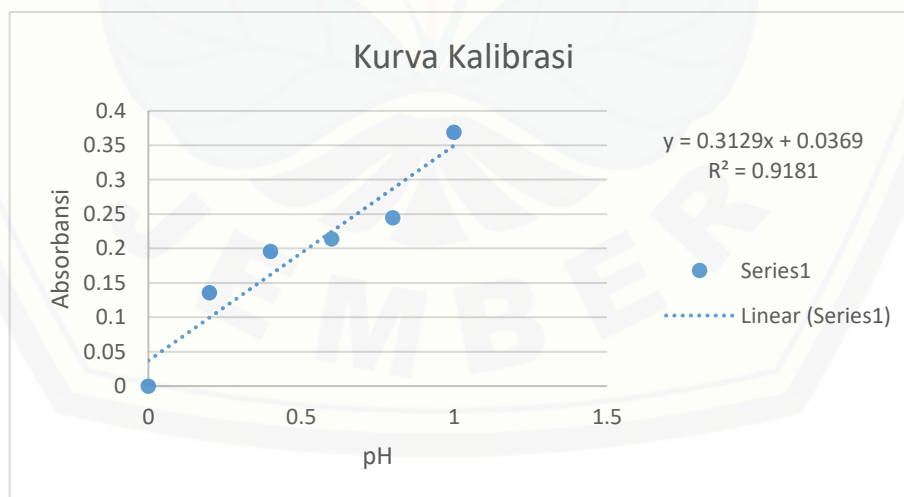
Pembuatan scanning ini menggunakan larutan standar fenol dengan konsentrasi 0,2 mg/L dan dilakukan perlakuan sesuai dengan prosedur 3.4.6. Larutan diukur pada panjang gelombang 400-500 nm, dan akan menghasilkan absorbansi untuk mendapatkan panjang gelombang maksimal. Panjang gelombang maksimal yang didapat yaitu 460 nm.

C.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi

No	Konsentrasi	Absorbansi			Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1	0,2	0,136	0,136	0,136	0,136
2	0,4	0,196	0,195	0,196	0,196
3	0,6	0,214	0,215	0,214	0,214
4	0,8	0,245	0,245	0,244	0,245
5	1	0,369	0,369	0,369	0,369

Pembuatan kurva kalibrasi ini dengan mengukur larutan standar fenol dengan konsentrasi 0,2 mg/L, 0,4 mg/L, 0,6 mg/L, 0,8 mg/L dan 1,0 mg/L yang diukur dengan menggunakan panjang gelombang maksimal yang didapatkan pada proses *scanning* yaitu 460 nm.

C.3 Kurva Kalibrasi

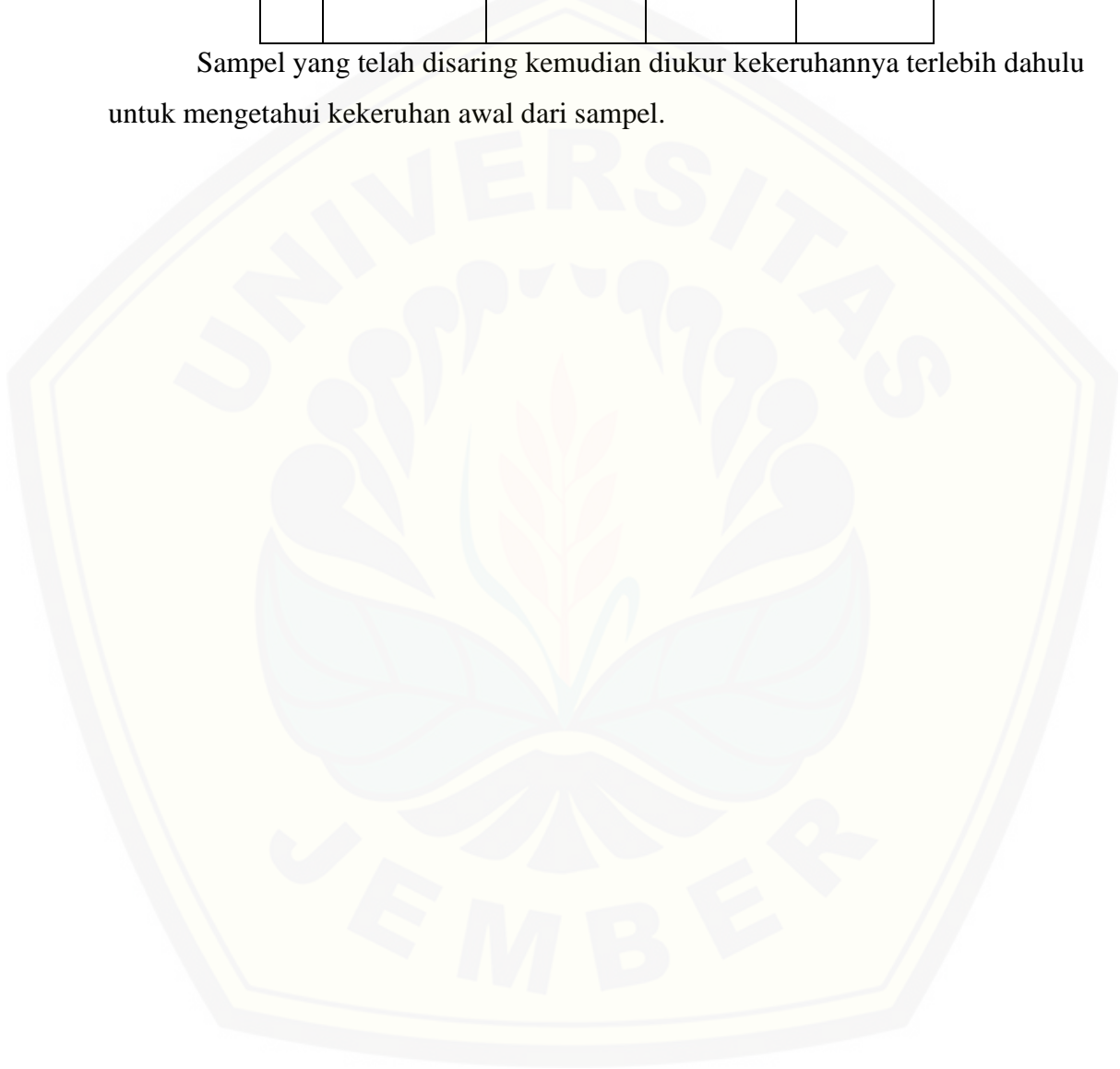


Hasil regresi dari kurva kalibrasi akan digunakan untuk menghitung konsentrasi fenol yang ada dalam sampel limbah cair.

LAMPIRAN D. ANALISIS KEKERUHAN DALAM SAMPEL

No	Turbiditas			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1	458	459	459	459

Sampel yang telah disaring kemudian diukur kekeruhannya terlebih dahulu untuk mengetahui kekeruhan awal dari sampel.



LAMPIRAN E. ANALISIS SAMPEL PADA VARIASI pH**E.1 Pengukuran Kekeruhan Sampel**

No	pH	Ulangan	Koagulan		Rata-rata		% penurunan	
			CaO	CaCO ₃	CaO	CaCO ₃	CaO	CaCO ₃
1	8	1	8,72	243	8,71	243	98,1	47,05
2		2	8,71	243				
3		3	8,71	244				
4	9	1	5,79	182	5,79	181	98,74	60,57
5		2	5,78	181				
6		3	5,79	181				
7	10	1	4,43	66,2	4,42	66,1	99,04	85,6
8		2	4,42	66,1				
9		3	4,42	66,1				
10	11	1	6,85	73,4	6,85	73,3	98,51	84,03
11		2	6,85	73,3				
12		3	6,86	73,3				

- Perhitungan % Penurunan Kekeruhan pada Jenis Koagulan

a. pH 8

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 8,71}{459} \times 100\% = 98,1\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 243}{459} \times 100\% = 47,05\% \end{aligned}$$

b. pH 9

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 5,79}{459} \times 100\% = 98,74\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 181}{459} \times 100\% = 60,57\% \end{aligned}$$

c. pH 10

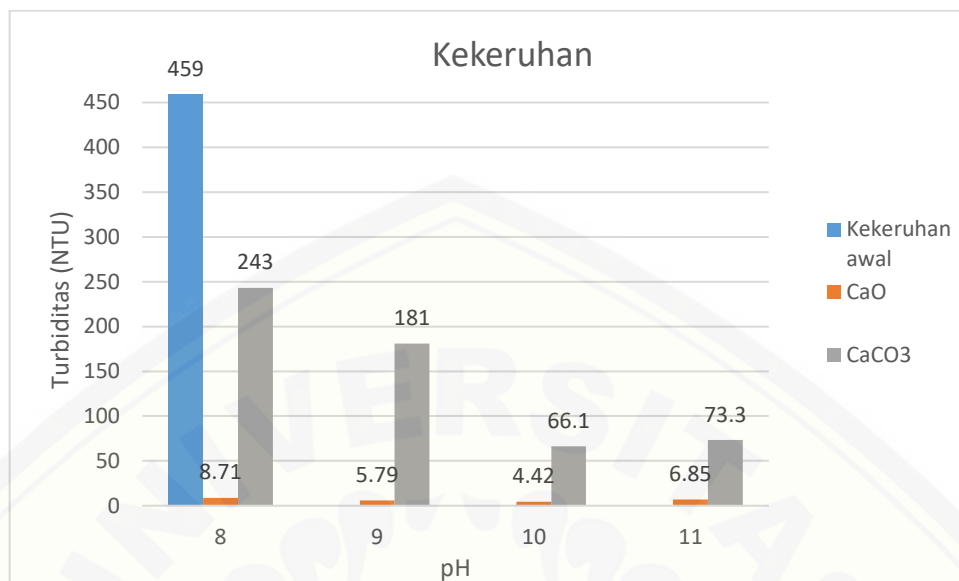
$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 4,42}{459} \times 100\% = 99,04\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 66,1}{459} \times 100\% = 85,6\% \end{aligned}$$

d. pH 11

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 6,85}{459} \times 100\% = 98,51\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 73,3}{459} \times 100\% = 84,03\% \end{aligned}$$

E.2 Grafik Hubungan antara Kekeruhan dengan Variasi pH

E3. Pengukuran Fenol Sampel

No	pH	U	Absorbansi		Rata-rata		Konsentrasi		% penurunan	
			a	b	a	b	a	b	a	b
1	8	1	0,265	0,365	0,265	0,365	0,73	1,05	98,39	97,77
2		2	0,265	0,365						
3		3	0,265	0,365						
4	9	1	0,249	0,358	0,249	0,358	0,68	1,03	98,49	97,72
5		2	0,249	0,357						
6		3	0,248	0,358						
7	10	1	0,239	0,321	0,239	0,321	0,65	0,91	98,89	97,99
8		2	0,239	0,321						
9		3	0,239	0,321						
10	11	1	0,254	0,384	0,254	0,384	0,69	1,11	98,47	97,57
11		3	0,254	0,385						
12		3	0,255	0,384						

Ket:

U = Ulangan

a = CaO

b = CaCO₃

1. Perhitungan Konsentrasi Fenol

a. pH 8

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,265 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,265 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,73$$

b. pH 9

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,249 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,249 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,68$$

c. pH 10

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,239 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,239 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,65$$

d. pH 11

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,254 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,254 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,69$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,365 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,365 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,05$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,358 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,358 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,03$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,321 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,321 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,91$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,384 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,384 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,11$$

2. Perhitungan % Penurunan Fenol pada Jenis Koagulan

a. pH 8

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,73}{45,21} \times 100\% = 98,39\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,05}{45,21} \times 100\% = 97,77\% \end{aligned}$$

b. pH 9

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,68}{45,21} \times 100\% = 98,49\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,03}{45,21} \times 100\% = 97,72\% \end{aligned}$$

c. pH 10

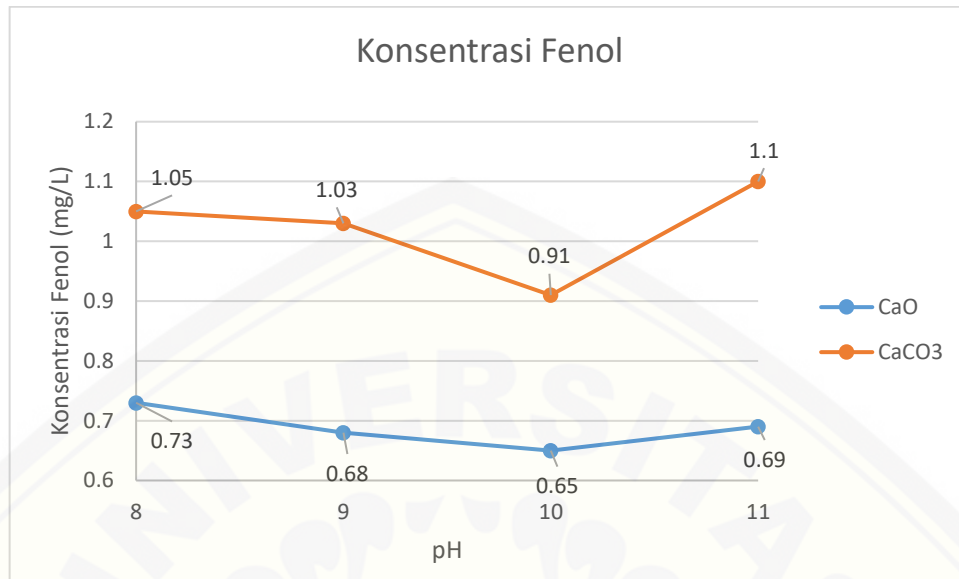
$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,65}{45,21} \times 100\% = 98,89\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,91}{45,21} \times 100\% = 97,99\% \end{aligned}$$

d. pH 11

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,69}{45,21} \times 100\% = 98,47\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,11}{45,21} \times 100\% = 97,57\% \end{aligned}$$

E.4 Grafik Hubungan antara Konsentrasi Fenol dengan Variasi pH

LAMPIRAN F. ANALISIS SAMPEL PADA VARIASI MASSA**F.1 Pengukuran Kekeruhan Sampel**

No	Massa	Ulangan	Koagulan		Rata-rata		% penurunan	
			CaO	CaCO ₃	CaO	CaCO ₃	CaO	CaCO ₃
1	1%	1	4,35	64,5	4,35	64,5	99,05	85,95
2		2	4,34	64,5				
3		3	4,35	64,5				
4	2%	1	4,19	62,9	4,18	62,9	99,09	86,3
5		2	4,18	62,8				
6		3	4,18	62,9				
7	3%	1	3,95	59,3	3,95	59,3	99,14	87,08
8		2	3,95	59,3				
9		3	3,95	59,3				
10	4%	1	4,53	78,9	4,53	78,9	99,01	82,81
11		2	4,53	78,9				
12		3	4,54	78,9				
13	5%	1	5,03	81,5	5,03	81,5	98,90	82,24
14		2	5,03	81,6				
15		3	5,03	81,5				

- Perhitungan % Penurunan Kekeruhan pada Jenis Koagulan

a. Massa 1%

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 4,35}{459} \times 100\% = 99,05\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 64,5}{459} \times 100\% = 85,95\% \end{aligned}$$

b. Massa 2%

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 4,18}{459} \times 100\% = 99,09\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 62,9}{459} \times 100\% = 86,3\% \end{aligned}$$

c. Massa 3%

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 3,95}{459} \times 100\% = 99,14\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 59,3}{459} \times 100\% = 87,08\% \end{aligned}$$

d. Massa 4%

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 4,53}{459} \times 100\% = 99,01\% \end{aligned}$$

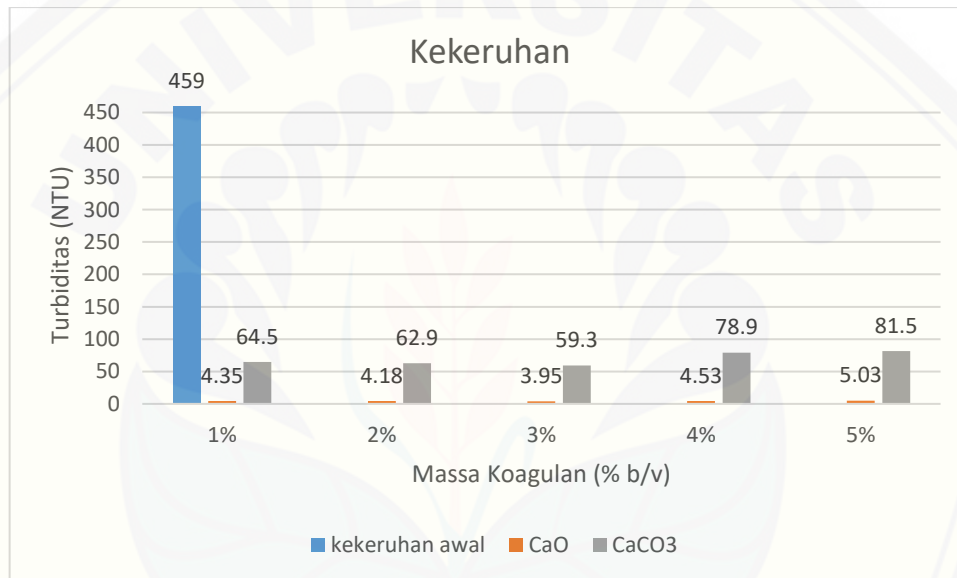
$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 78,9}{459} \times 100\% = 82,81\% \end{aligned}$$

e. Massa 5%

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaO} &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 5,03}{459} \times 100\% = 98,90\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Kekeruhan dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Kekeruhan awal} - \text{Kekeruhan akhir}}{\text{Kekeruhan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{459 - 81,5}{459} \times 100\% = 82,24\% \end{aligned}$$

F.2 Grafik Hubungan antara Kekeruhan dengan Variasi Massa



F.3 Pengukuran Konsentrasi Fenol dengan Variasi Massa

No	Massa	U	Absorbansi		Rata-rata		Konsentrasi		% penurunan	
			a	b	a	b	a	b	a	b
1	1%	1	0,237	0,396	0,237	0,396	0,64	1,14	98,58	97,48
2		2	0,237	0,396						
3		3	0,238	0,396						
4	2%	1	0,231	0,38	0,231	0,381	0,62	1,1	98,63	97,57
5		2	0,232	0,381						
6		3	0,231	0,381						
7	3%	1	0,229	0,368	0,229	0,368	0,61	1,06	98,65	97,67
8		2	0,229	0,368						
9		3	0,229	0,368						
10	4%	1	0,381	0,496	0,381	0,496	1,1	1,47	97,57	96,75
11		3	0,381	0,496						
12		3	0,38	0,495						
13	5%	1	0,423	0,526	0,423	0,526	1,23	1,56	97,28	96,55
14		3	0,423	0,526						
15		3	0,423	0,526						

Keterangan:

U = Ulangan

a = CaO

b = CaCO₃

1. Perhitungan Konsentrasi Fenol

a. Massa 1%

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,237 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,237 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,64$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,396 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,396 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,14$$

b. Massa 2%

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,231 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,231 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,62$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,381 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,381 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,1$$

c. Massa 3%

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,229 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,229 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 0,61$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,368 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,368 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,06$$

d. Massa 4%

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,381 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,381 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,1$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,496 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,496 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,47$$

e. Massa 5%

- CaO

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,423 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,423 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,23$$

- CaCO₃

$$y = 0,3129x + 0,0369$$

$$0,526 = 0,3129x + 0,0369$$

$$x = \frac{0,526 - 0,0369}{0,3129}$$

$$x = 1,56$$

2. Perhitungan % Penurunan Fenol pada Jenis Koagulan

a. Massa 1%

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,64}{45,21} \times 100\% = 98,58\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,14}{45,21} \times 100\% = 97,48\% \end{aligned}$$

b. Massa 2%

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,62}{45,21} \times 100\% = 98,63\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,1}{45,21} \times 100\% = 97,57\% \end{aligned}$$

c. Massa 3%

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 0,61}{45,21} \times 100\% = 98,65\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,06}{45,21} \times 100\% = 97,67\% \end{aligned}$$

d. Massa 4%

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,1}{45,21} \times 100\% = 97,57\% \end{aligned}$$

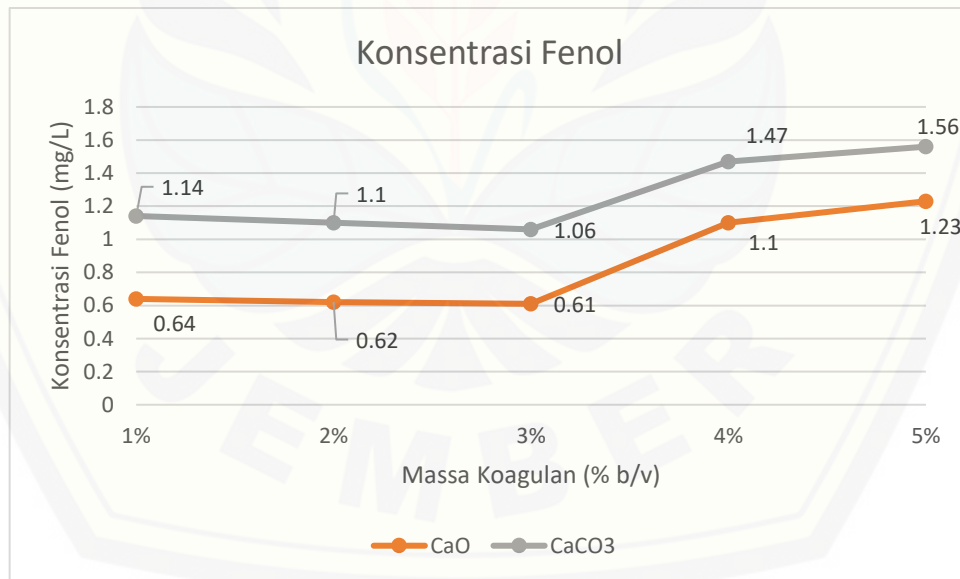
$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,47}{45,21} \times 100\% = 96,75\% \end{aligned}$$

e. Massa 5%

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaO} &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,23}{45,21} \times 100\% = 97,28\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Fenol dengan CaCO}_3 &= \frac{\text{Fenol awal} - \text{Fenol akhir}}{\text{Fenol awal}} \times 100\% \\ &= \frac{45,21 - 1,56}{45,21} \times 100\% = 96,5 \end{aligned}$$

F.4 Grafik Hubungan antara Konsentrasi Fenol dengan Variasi Massa



LAMPIRAN G. PERHITUNGAN EFEKTIVITAS**G.1 Efektivitas Koagulan terhadap Kekeruhan**

No	Massa	% TSS		Efektivitas	
		CaO	CaCO ₃	CaO	CaCO ₃
1	1%	99,05	85,95	81,22	70,48
2	2%	99,09	86,3	40,63	35,38
3	3%	99,14	87,08	27,1	23,8
4	4%	99,01	82,81	20,3	16,98
5	5%	98,9	82,24	16,22	13,49

a. Massa 1%

$$- \text{CaO} = \frac{99,05}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 5 \text{ g} = 81,22 \text{ mg/g}$$

$$- \text{CaCO}_3 = \frac{85,95}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 5 \text{ g} = 70,48 \text{ mg/g}$$

b. Massa 2%

$$- \text{CaO} = \frac{99,09}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 10 \text{ g} = 40,63 \text{ mg/g}$$

$$- \text{CaCO}_3 = \frac{86,3}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 10 \text{ g} = 35,38 \text{ mg/g}$$

c. Massa 3%

$$- \text{CaO} = \frac{99,14}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 15 \text{ g} = 27,1 \text{ mg/g}$$

$$- \text{CaCO}_3 = \frac{87,08}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 15 \text{ g} = 23,8 \text{ mg/g}$$

d. Massa 4%

$$- \text{CaO} = \frac{99,01}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 20 \text{ g} = 20,3 \text{ mg/g}$$

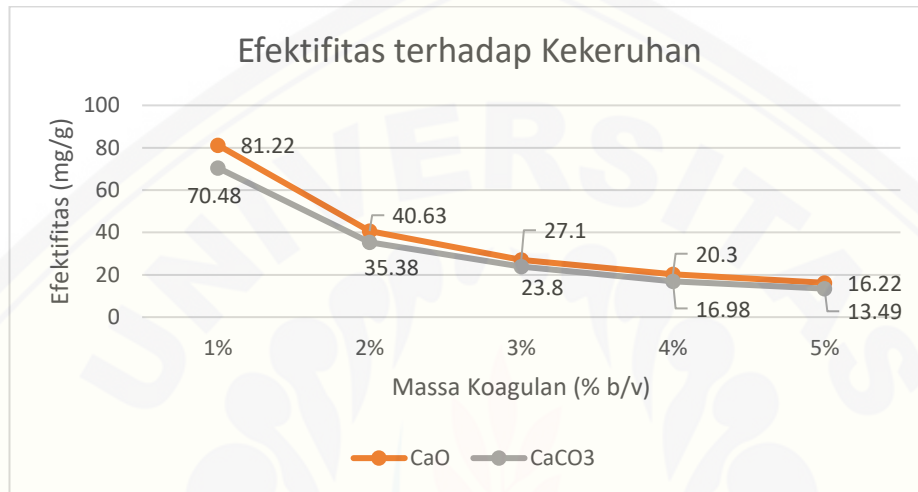
$$- \text{CaCO}_3 = \frac{82,81}{100} \times 820 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 20 \text{ g} = 16,98 \text{ mg/g}$$

e. Massa 5%

- CaO = $\frac{98,9}{100} \times 820 \frac{mg}{l} \times 0,5 l \div 25 g = 16,22 mg/g$

- CaCO₃ = $\frac{82,24}{100} \times 820 \frac{mg}{l} \times 0,5 l \div 25 g = 13,49 mg/g$

G.2 Grafik Efektivitas Koagulan Kekeruhan



G.3 Efektivitas Koagulan terhadap Konsentrasi Fenol

No	Massa	%penurunan fenol		Efektifitas	
		CaO	CaCO ₃	CaO	CaCO ₃
1	1%	98,58	97,48	4,46	4,41
2	2%	98,63	97,57	2,23	2,2
3	3%	98,65	97,67	1,49	1,47
4	4%	97,57	96,75	1,1	1,09
5	5%	97,28	96,55	0,88	0,87

a. Massa 1%

- CaO = $\frac{98,58}{100} \times 45,21 \frac{mg}{l} \times 0,5 l \div 5 g = 4,46 mg/g$

- CaCO₃ = $\frac{97,48}{100} \times 45,21 \frac{mg}{l} \times 0,5 l \div 5 g = 4,41 mg/g$

b. Massa 2%

$$- \text{CaO} = \frac{98,63}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 10 \text{ g} = 2,23 \text{ mg/g}$$

$$- \text{CaCO}_3 = \frac{97,57}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 10 \text{ g} = 2,2 \text{ mg/g}$$

c. Massa 3%

$$- \text{CaO} = \frac{98,65}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 15 \text{ g} = 1,49 \text{ mg/g}$$

$$- \text{CaCO}_3 = \frac{97,67}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 15 \text{ g} = 1,47 \text{ mg/g}$$

d. Massa 4%

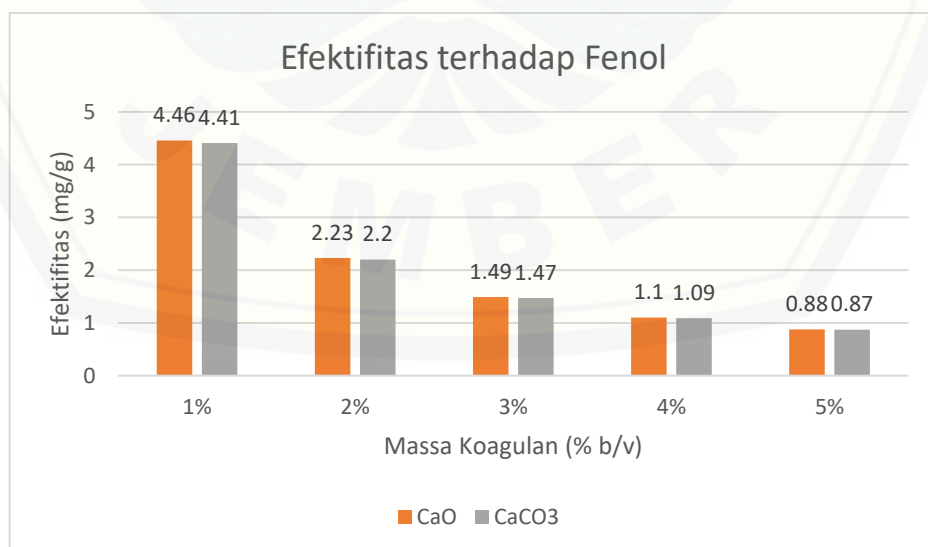
$$- \text{CaO} = \frac{97,57}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 20 \text{ g} = 1,1 \text{ mg/g}$$

$$- \text{CaCO}_3 = \frac{96,75}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 20 \text{ g} = 1,09 \text{ mg/g}$$

e. Massa 5%

$$- \text{CaO} = \frac{97,28}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 25 \text{ g} = 0,88 \text{ mg/g}$$

$$- \text{CaCO}_3 = \frac{96,55}{100} \times 45,21 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,5 \text{ l} \div 25 \text{ g} = 0,87 \text{ mg/g}$$

G.4 Grafik Efektivitas Koagulan Konsentrasi Fenol

LAMPIRAN H.FOTO SAMPEL



Penampakan awal sampel

Proses penyaringan sampel



Hasil setelah koagulasi menggunakan koagulan CaO

Hasil setelah koagulasi menggunakan koagulan CaCO₃