

SKRIPSI

**Aplikasi Adsorpsi Dengan Serbuk Arang Aktif Tempurung Kelapa
Dan Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi
Dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil
*The Auto Bridal Malang***



Disusun Oleh :

**Elisabeth Ratna
(08.26.002)**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2012**

SECRET

SECRET
CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL

SECRET
CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL
CONFIDENTIAL



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
LEMBAGA PENGAJIAN PENGEMBANGAN DAN KERJASAMA

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : ELISABETH RATNA
NIM : 08.26.002
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : **APLIKASI ADSORBSI DENGAN SERBUK ARANG AKTIF
TEMPURUNG KELAPA DAN PRE-TREATMENT
KOAGULASI-FLOKULASI-SEDIMENTASI DALAM
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN MOBIL THE
AUTO BRIDAL MALANG**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan
Teknik Lingkungan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1)

Pada Hari : SABTU
Tanggal : 11 AGUSTUS 2012
Dengan Nilai : B⁺ (75,25)

Panitia Ujian Komprehensif Skripsi

Ketua

Candra Dwiratna, ST. MT

NIP. Y. 1030000349

Sekretaris

Evy Hendriarianti, ST. MMT

NIP. P. 1030300382

Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Evy Hendriarianti, ST. MMT

NIP. P. 1030300382

Dosen Penguji II

Candra Dwiratna, ST. MT

NIP. Y. 1030000349

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

**Aplikasi Adsorpsi Dengan Serbuk Arang Aktif Tempurung Kelapa
Dan Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi Dalam
Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil The Auto Bridal-Malang**

Disusun oleh :

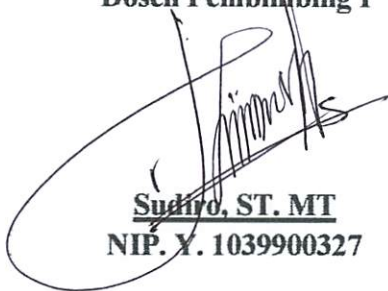
ELISABETH RATNA

08.26.002

Menyetujui :

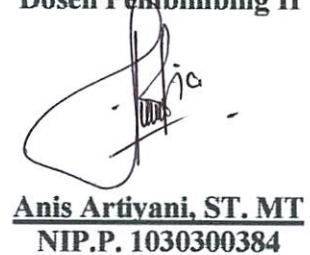
Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I



Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Dosen Pembimbing II



Anis Artiyani, ST. MT
NIP.P. 1030300384

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Candra Dwi Ratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

ABSTRAKSI

Perkembangan teknologi saat ini menyebabkan penggunaan jasa semakin meningkat. Salah satu jasa yang berkembang saat ini adalah jasa pencucian mobil. Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan tersebut berpotensi besar menurunkan kualitas air karena mempunyai konsentrasi *BOD* dan *Deterjen* yang tinggi. Salah satu alternatif pengolahan limbah pencucian mobil adalah dengan mencampurkan limbah bersama zat kimia (koagulan) dalam suatu sistem pengadukan yang disebut koagulasi-flokulasi-sedimentasi serta adsorpsi. Penelitian ini menggunakan koagulan Biji kelor (*Moringa Oleifera*) dan serbuk arang aktif tempurung kelapa sebagai adsorban. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis optimum Biji kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai koagulan dan pengaruh pengolahan lanjutan dengan adsorpsi serbuk arang aktif tempurung kelapa terhadap penurunan deterjen dan BOD pada limbah cair pencucian mobil.

Penelitian ini menggunakan reaktor koagulasi-flokulasi-sedimentasi aliran kontinyu dan Jart test sistem batch dengan variabel dosis koagulan (1,5 g/l; 2,5 g/l dan 3,5 g/l). Kecepatan putaran koagulasi yang digunakan adalah 200 rpm dengan waktu 1 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pretreatment koagulasi-flokulasi-sedimentasi dan pengolahan lanjutan dengan adsorpsi mampu menurunkan BOD dan Deterjen pada limbah cair pencucian mobil. Persentase penurunan tertinggi terjadi pada proses adsorpsi dengan perlakuan dosis koagulan 3,5 g/l melalui pretreatment yang dapat menurunkan BOD sebesar 93% dan Deterjen 99%.

Ratna, Elisabeth. Application Active Charcoal adsorbs With Powder Coconut Shell in Pre-Treatment and coagulation-flocculation-Sedimentation in Wastewater Treatment Car Wash In Auto Bridal-Malang. Thesis Proposal Environmental Engineering, National Institute of Technology Malang.

ABSTRACTION

Current technological developments led to increasing use of services. One of the services that currently are developing a car wash services. Liquid waste generated from these activities could potentially degrade the quality of the water because it has detergent concentrations and high BOD. One alternative waste treatment is a car wash by mixing the waste with chemicals (coagulants) in a stirring system, called coagulation-flocculation-sedimentatin and adsorption. This study using seeds coagulant Moringa (*Moringa oleifera*) and powder of coconut shell activated charcoal as adsorbant.

The purpose of this study was to determine the optimum concentrate of Moringa seed (*Moringa oleifera*) as a coagulant and the effect of continued treatment with activated charcoal adsorbs coconut shell powder to the decline in detergents and effluent BOD at a car wash. This study uses a reactor coagulation-flocculation-sedimentation test flow Jart Batch and batch systems with variable coagulant concentrate (1.5 g / l; 2.5 g / l and 3.5 g / l). Coagulation rotation speed used was 200 rpm with a time of 1 minute.

The results showed that the pretreatment process of coagulation-flocculation-sedimentation and further processing by adsorption can reduce the BOD and Detergents on car washing wastewater. The highest percentage decrease occurred in the adsorption process with coagulant concentrate treatment of 3.5 g / l through a pretreatment that can reduce the BOD by 93% and 99% detergent.

Keywords : Coagulation, Flocculation, Sedimentation, Adsorbtion, Moringa seed (Moringa Oleifera)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Aplikasi Adsorpsi Dengan Serbuk Arang Aktif Tempurung Kelapa Melalui Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil *The Auto Bridal*-Malang”

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisis data dan pembahasan yang diperoleh dari hasil penelitian. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Sudiro, ST,MT selaku Dosen Pembimbing I atas masukan dan sarannya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Anis Artiyani, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II atas masukan dan sarannya dalam penyusunan skripsi ini, dan juga sebagai kepala laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di laboratorium
3. Ibu Candra Dwi Ratna, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Bapak Iwan dan seluruh pekerja di The Auto Bridal Malang atas bantuan dan izin yang diberikan untuk mengambil limbah.
5. Dosen – dosen Teknik Lingkungan ITN Malang atas bimbingannya selama ini.
6. Rekan–rekan Teknik Lingkungan 2008 atas dukungan dan bantuannya.

Kesadaran bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna membuat penyusun berharap akan masukan dan saran bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, 24 september 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | |
| ABSTRAKSI | |
| ABSTRACT | |
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pengertian Air Limbah..... | 4 |
| 2.1.1 Sumber-Sumber Limbah | 5 |
| 2.1.2 Karakteristik Limbah | 6 |
| 2.1.2.1 Parameter Fisik | 6 |
| 2.1.2.2 Parameter Kimia | 6 |
| 2.1.2.3 Parameter Biologi | 7 |
| 2.1.3 Dampak Air Limbah..... | 7 |
| 2.2 Proses Pencucian Mobil | 8 |
| 2.2.1 Proses Pencucian Mobil <i>The AUTO Bridal</i> | 9 |
| 2.2.2 Limbah Cair Pencucian Mobil | 11 |
| 2.2.3 Baku Mutu Limbah Cair Pencucian Mobil | 11 |
| 2.3 Parameter Dalam Air Limbah..... | 13 |
| 2.4 Proses Pengolahan Limbah..... | 14 |
| 2.4.1 Pengolahan Pendahuluan (<i>Primary Treatment</i>) | 16 |
| 2.4.2 Pengolahan Kedua (<i>Secondary Treatment</i>)..... | 17 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.3 | Pengolahan Ketiga (<i>Tertiary Treatment</i>) | 17 |
| 2.4.4 | Pembunuhan Bakteri (<i>Desinfection</i>) | 18 |
| 2.5 | Proses Koagulasi – Flokulasi - Sedimentasi | 19 |
| 2.5.1 | Definisi Koagulasi – Flokulasi - Sedimentasi | 19 |
| 2.5.2 | Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi - Flokulasi..... | 20 |
| 2.5.3 | Mekanisme Proses Koagulasi-Flokulasi dan Jenis Koagulan | 22 |
| 2.6 | Jenis Koagulan..... | 23 |
| 2.6.1 | Biji Kelor (<i>Moringa Oliefera</i>)..... | 24 |
| 2.6.1.1 | Taksonomi Biji Kelor | 24 |
| 2.6.1.2 | Morfologi Biji Kelor (<i>Moringa Oliefera</i>) | 25 |
| 2.6.1.3 | Kandungan Biji Kelor (<i>Moringa Oliefera</i>) | 26 |
| 2.6.1.4 | Manfaat Biji Kelor | 28 |
| 2.7 | Pengolahan Lanjutan (<i>Adsorpsi</i>) | 28 |
| 2.7.1 | Definisi Karbon Aktif Tempurung Kelapa..... | 29 |
| 2.7.2 | Proses Aktivasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa..... | 30 |
| 2.8 | Metode Pengolahan Data..... | 31 |
| 2.8.1 | Statistik Deskriptif dan Inferensi..... | 31 |
| 2.8.2 | Analisis Korelasi | 31 |
| 2.8.3 | Analisis Regresi | 32 |
| 2.8.4 | Pengantar Desain Experimen | 33 |
| 2.8.4.1 | Langkah-Langkah Desain Experimen..... | 33 |
| 2.8.4.2 | Analisis Varian (ANOVA) Desain Faktorial | 34 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | |
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian..... | 35 |
| 3.2 | Bahan dan Peralatan Penelitian..... | 35 |
| 3.2.1 | Sampel Limbah | 35 |
| 3.2.2 | Bahan Koagulan..... | 35 |
| 3.2.3 | Persiapan dan Aktivasi Karbon Aktif..... | 36 |
| 3.2.4 | Peralatan..... | 36 |
| 3.3 | Variabel Penelitian..... | 40 |
| 3.4 | Tahapan Penelitian..... | 40 |

| | |
|----------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1 Penelitian Pendahuluan | 40 |
| 3.4.2 Proses Pre-Treatment | 41 |
| 3.4.3 Proses Adsorpsi | 41 |
| 3.5 Analisis Parameter Uji | 42 |
| 3.5.1 Analisis BOD | 42 |
| 3.5.2 Analisis Detergent | 42 |
| 3.6 Analisis Data | 42 |
| 3.7 Kerangka Penelitian | 44 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Hasil Penelitian | 45 |
| 4.2 Analisis Deskriptif..... | 47 |
| 4.2.1 Parameter <i>Detergen</i> Setelah Pengolahan | 47 |
| 4.2.2 Parameter BOD Setelah Pengolahan | 50 |
| 4.3 Analisis Korelasi Pada Saat Pre-Treatment..... | 53 |
| 4.3.1 <i>Detergent</i> | 53 |
| 4.3.2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)..... | 54 |
| 4.3.3 Analisis Korelasi Pada Saat Adsorpsi..... | 55 |
| 4.3.3.1 <i>Detergent</i> | 55 |
| 4.3.3.2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)..... | 56 |
| 4.4 Analisis Regresi Pada Saat Pre-Treatment..... | 57 |
| 4.4.1 <i>Detergent</i> | 57 |
| 4.4.2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)..... | 60 |
| 4.4.3 Analisis Korelasi Pada Saat Adsorpsi..... | 61 |
| 4.4.3.1 <i>Detergent</i> | 61 |
| 4.4.3.2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)..... | 63 |
| 4.5 Analisis ANOVA | 65 |
| 4.5.1 <i>Detergent</i> | 65 |
| 4.5.2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)..... | 66 |
| 4.6 Pembahasan Parameter Untuk Detergent | 68 |
| 4.7 Pembahasan Untuk Parameter BOD | 72 |

BAB IV PENUTUP

5.1. Kesimpulan76

5.2. Saran76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor | 12 |
| Tabel 2.2 Jenis Koagulan Kimia..... | 23 |
| Tabel 2.3 Jenis Koagulan Alami..... | 24 |
| Tabel 2.4 Kandungan Biji Kelor..... | 27 |
| Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi Awal Limbah Industri Pencucian Mobil..... | 45 |
| Tabel 4.2 Nilai Konsentrasi <i>Detergen</i> limbah Pencucian Kendaraan Bermotor Setelah Pengolahan | 46 |
| Tabel 4.3 Nilai Konsentrasi <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) limbah pencucian kendaraan bermotor setelah pengolahan | 46 |
| Tabel 4.4 Nilai Persentase Penurunan Detergent..... | 48 |
| Tabel 4.5 Persentase Penurunan Kandungan BOD..... | 51 |
| Tabel 4.6 Hasil Uji Korelasi Antara Persentase Penurunan Detergen Terhadap Dosis Koagulan Pada Pre-Treatment..... | 53 |
| Tabel 4.7 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Dosis Koagulan Pada Pre-treatment Terhadap Prosentase Penyisihan BOD (%)..... | 54 |
| Tabel 4.8 Hasil Uji Korelasi Antara Persentase penurunan Detergen pada dosis Koagulan, pretreatment dan adsorpsi terhadap dosis Koagulan..... | 55 |
| Tabel 4.9 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan TSS, Kecepatan Putaran Flokulasi dan Dosis Koagulan | 67 |
| Tabel 4.10 Analisis Regresi Antara dosis koagulan terhadap prosentase penurunan nilai Detergen pada pre-treatment KFS | 58 |
| Tabel 4.11 Analisis Regresi Antara dosis koagulan terhadap prosentase penurunan nilai BOD pada Pre-treatment KFS | 60 |
| Tabel 4.12 Analisis Regresi Antara Dosis Koagulan Terhadap Prosentase Penurunan Detergen Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment KFS..... | 62 |
| Tabel 4.13 Analisis Regresi Antara Dosis Koagulan Terhadap Prosentase Penurunan Nilai BOD Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment KFS | 63 |
| Table 4.14 Hasil Uji ANOVA Prosentase Penyisihan Detergen Terhadap Dosis Koagulan Pada Proses Pre-Treatment Dan Pengolahan Lanjutan | 65 |

**Tabel 4.15 Hasil Uji ANOVA Prosentase Penyisihan Detergen Terhadap Dosis
Koagulan Pada Proses Pre-Treatment Dan Pengolahan Lanjutan75**

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Gambar Biji Kelor..... | 25 |
| Gambar 3.1 Sketsa Alat Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi | 38 |
| Gambar 3.2 Sketsa Proses Adsorpsi (Jart test) | 39 |
| Gambar 3.3 Kerangka Penelitian | 44 |
| Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Detergent Setelah Pengolahan | 47 |
| Gambar 4.2 Grafik Prosentase penurunan Detergent Setelah Pengolahan..... | 49 |
| Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi BODt Setelah Pengolahan | 50 |
| Gambar 4.4 Grafik Prosentase penurunan Detergent Setelah Pengolahan..... | 52 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Munculnya usaha pencucian mobil yang makin marak memiliki potensi menurunnya kualitas lingkungan karena limbah yang dihasilkan. Limbah yang mengandung kadar pencemar yang relatif tinggi, apabila dibuang langsung ke badan air maka akan membahayakan bagi perairan tersebut. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah tersebut sebelum dibuang ke badan air .

Salah satu komponen yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan berasal dari deterjen, karena manusia pasti menggunakan deterjen setiap harinya sebagai bahan pembersih dalam rumah tangga. Jenis deterjen yang banyak digunakan oleh rumah tangga dan industri rumah tangga sebagai bahan pencucian dan peralatan rumah tangga lainnya adalah deterjen yang mengandung ABS (Alkyl Benzene Sulfonate) yang merupakan deterjen tergolong keras LAS (Linear Alkil Sulfonate). Deterjen tersebut merupakan bahan yang sulit terdegradasi oleh mikroorganisme sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Halang,2004 dalam Rani 2007).

Komponen lain yang juga turut berpengaruh dalam penurunan kualitas air adalah Biologic oxygen demand (BOD) atau kandungan oksigen biologi. Jika nilai BOD tinggi maka semakin kecil kandungan oksigen terlarut dalam air, begitupun sebaliknya jika kandungan BOD rendah maka kandungan oksigen terlarut dalam air tinggi. Oleh karena itu perlu adanya penelitian yang dapat menurunkan kadar BOD dalam air limbah agar air limbah yang dibuang tidak mencemari badan air (Sugiharto,1987).

Seiring dengan pesatnya kenaikan jumlah kendaraan bermotor di kota Malang, maka kebutuhan jasa pencucian kendaraan juga meningkat. Dalam aktivitas pencucian kendaraan bermotor, tentu saja dibutuhkan bahan pembersih berupa cairan pembersih seperti deterjen dan surfaktan lain yang akan menimbulkan pencemaran.

Secara fisik ditandai dengan terdapat gelembung busa yang sangat banyak yang menunjukkan keberadaan bahan deterjen atau surfaktan ionik. Akumulasi bahan ini akan menurunkan kualitas air, seperti penurunan oksigen terlarut (DO) sehingga berakibat kenaikan nilai parameter BOD, TSS, COD dalam air. Akibat penurunan kualitas air ini maka dimungkinkan bahwa air tidak bisa digunakan untuk kepentingan manusia bahkan untuk keperluan irigasi pertanian juga mungkin tidak bisa.

Pada penelitian sebelumnya, diketahui penggunaan koagulan alum pada proses koagulasi flokulasi dapat menurunkan kadar COD limbah jasa pencucian mobil masing-masing hingga 61,29%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif pengolahan yang lebih spesifik, khususnya yang efisien untuk menurunkan konsentrasi limbah pencucian mobil yang menggunakan prinsip pengolahan secara kimia dan fisik yang mudah dioperasikan serta murah yaitu koagulasi flokulasi yang dikombinasikan dengan sedimentasi dan dilanjutkan dengan adsorpsi karbon aktif dari tempurung kelapa dengan jenis koagulan yang ramah lingkungan dan berasal dari alam serta mempunyai efektifitas tinggi yaitu biji kelor (*Moringa Oleifera*). Dalam pengolahan air minum biji kelor (*Moringa Oleifera*) telah lama digunakan untuk menjernihkan air sungai Nil di Afrika dengan prosentase penurunan kekeruhan mencapai 80% (www.environmental.com). Pada pengolahan lain, biji kelor (*Moringa Oleifera*) juga dapat digunakan sebagai koagulan. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya penelitian yang telah dilakukan oleh Susilowati (2004) dalam proses penurunan kekeruhan lindi yang mencapai 40–50%.

Untuk proses adsorpsi, pemanfaatan arang aktif dari tempurung kelapa dapat menurunkan kadar kekeruhan dan COD dalam air. Pada penelitian Nilasar, D (2006) yang menggunakan adsorben arang aktif dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan sebesar 78,08% dan nilai COD sebesar 50,57% pada air sungai. Berdasarkan permasalahan di atas, muncul ide untuk memanfaatkan koagulan alami biji kelor (*Moringa Oleifera*) serta pemanfaatan adsorben arang aktif untuk menurunkan nilai BOD dan nilai Deterjen Dalam air limbah pencucian mobil. Arang aktif yang

digunakan merupakan adsorben yang berasal dari tempurung kelapa yang memiliki daya serap tinggi yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif dan mempunyai luas permukaan berkisar 300-3500 m²/gram. Karbon aktif tempurung memiliki densitas 1,07, kadar air 11,65% dan specific gravity 2,36. Hal yang menjadi pertimbangan adalah sederhana dalam pengolahan, biaya investasi murah dan mudah pengoperasinya serta ramah lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Dengan menggunakan koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*), berapakah konsentrasi optimum biji kelor (*Moringa Oleifera*) dalam menurunkan BOD, dan Deterjen pada limbah pencucian mobil?
2. Bagaimana pengaruh pre-treatment pada adsorpsi karbon aktif Tempurung kelapa terhadap penurunan BOD dan Deterjen pada limbah cair pencucian mobil?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui konsentrasi optimal biji kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai koagulan dalam proses penurunan BOD, dan Deterjen pada limbah cair industri limbah cair pencucian mobil.
2. Untuk mengetahui pengaruh pre-treatment pada adsorpsi karbon aktif Tempurung Kelapa terhadap penurunan BOD dan Deterjen pada limbah cair pencucian mobil.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian pengolahan limbah limbah cair pencucian mobil dengan koagulasi menggunakan koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*) adalah :

- 1) Mengurangi bahan pencemaran BOD dan Deterjen yang berlebihan pada limbah cair limbah cair pencucian mobil

- 2) Menjadikan koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*) serta karbon aktif sebagai alternatif dalam pengolahan limbah pencucian mobil.

1.5. Ruang Lingkup

- 1) Penelitian ini dilakukan dalam skala Laboratorium.
- 2) Sampel limbah yang digunakan adalah limbah cair pencucian mobil.
- 3) Aliran yang digunakan dalam proses adalah aliran Kontiyu . Pada proses ini dilakukan dengan menjalankan serangkaian alat koagulasi-flokulasi-sedimentasi dilanjutkan dengan adsorpsi karbon aktif dengan sistem *batch*.
- 4) Koagulan yang digunakan adalah serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) dan karbon aktif sebagai adsorben.
- 5) Parameter yang dianalisis adalah BOD dan Deterjen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Limbah

Secara umum, air limbah/air buangan merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil sampingan dari adanya kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut dapat berasal dari buangan rumah tangga dan juga industri, air tanah, air pemukiman serta air buangan lainnya. Dengan demikian air kotoran ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto,2008).

Menurut baku mutu Propinsi Jawa Timur, air limbah adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri atau kegiatan lainnya yang dibuang ke lingkungan yang diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan (Anonim, 2011).

2.1.1 Sumber-sumber Limbah Cair

Menurut Soeparman Soeparmin, 2002, limbah cair bersumber dari :

1. Aktivitas manusia

a. Domestik

- Rumah Tangga
- Perkantoran
- Perdagangan
- Pelayanan jasa

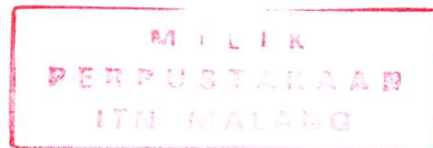
(rumah sakit, usaha transportasi, perhotelan dan lain-lain)

b. Non domestic

- Perindustrian
- Pertanian

2. Aktivitas alam

Missal : air hujan



2.1.2 Karakteristik Limbah

Secara garis besar komposisi dari karakteristik limbah dapat dibedakan berdasarkan parameter fisik, kimia, dan biologis.

2.1.2.1 Parameter Fisik

- **Bahan padat total (*Total Dissolved Solid*)**
Merupakan bahan padat yang terdiri dari bahan padat tidak terlarut dan senyawa yang terlarut dalam air.
- **Warna**
Warna yang ada pada limbah cair merupakan sifat fisik kualitatif yang dapat dijadikan penilaian terhadap kandungan limbah cair.
- **Bau**
Air limbah baru biasanya menghasilkan bau yang tidak begitu menyengat, tetapi berbagai senyawa berbau dilepaskan pada saat air limbah terurai secara biologis pada kondisi anaerobik.
- **Temperatur**
Suhu limbah cair biasanya lebih tinggi daripada suhu air bersih. Suhu ini sangat berpengaruh terhadap aktifitas biologis, kelarutan gas, viskositas dalam proses sedimentasi secara reaksi kimia dan biokimia.

2.1.2.2 Parameter Kimia

Parameter sifat kimiawi limbah cair adalah sebagai berikut:

- **Bahan organik** : merupakan indikator umum yang dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen yang terlarut.
- **Bahan anorganik** : merupakan komponen limbah cair yang sangat penting untuk peningkatan dan pengawasan kualitas air.

- pH : merupakan tingkat keasaman yang ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen sebagai ukuran kualitas limbah.
- Kebasaan : merupakan hasil dari adanya hidroksil karbon dan bikarbonat.

2.1.2.3 Parameter Biologis

Parameter biologis untuk air limbah merupakan hal yang penting karena adanya beribu-ribu per mili liter dalam air limbah yang belum diolah, maka perhitungan keseluruhan jarang dilakukan. Berbagai jenis bakteri yang terdapat dalam air limbah sangat berbahaya karena dapat menyebabkan timbulnya penyakit atau sebagai sarang vektor pembawa bibit penyakit. Kebanyakan bakteri di dalam air limbah merupakan bantuan yang sangat penting bagi proses pembusukan bahan organik. Proses pengolahan biologis bertumpu pada percepatan siklus perusakan alamiah. Tujuan dari pengolahan adalah untuk mempersiapkan lingkungan yang baik bagi kegiatan bakteri yang menstabilkan bahan organik air limbah. Bahan organik dalam air limbah yang sering digunakan sebagai parameter adalah BOD, COD, TOC, ThOD.

2.1.3 Dampak Air Limbah

Air limbah yang tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada:

- Gangguan terhadap Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang ditularkan melalui air limbah. Air limbah ini ada yang hanya berfungsi sebagai media pembawa saja, seperti kolera, radang usus, hepatitis. Selain itu di dalam air limbah itu sendiri terdapat bakteri pathogen penyebab penyakit.

- Gangguan terhadap kehidupan biotik

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, maka akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu karena kekurangan oksigen dan zat beracun lainnya. Sebagai akibat selanjutnya adalah air limbah sulit diuraikan.

- Gangguan terhadap keindahan

Air limbah yang dibiarkan lama dan tidak diolah akan menimbulkan bau, warna air limbah menjadi kotor. Selain itu adanya industri yang menghasilkan minyak lemak juga menyebabkan tempat di sekitarnya menjadi licin

- Gangguan terhadap kerusakan benda

Air limbah yang mengandung gas karbondioksida yang agresif dapat mempercepat terjadinya karat. Selain itu air limbah yang berkadar pH rendah yang bersifat asam atau berkadar tinggi yang bersifat basa akan menimbulkan kerusakan pada benda-benda yang dilauinya.

Salah satu unit usaha yang mengasilkan limbah yang mengandung minyak dan lemak adalah usaha Pencucian Mobil (Sugiharto, 2008).

2.2 Proses Pencucian Mobil

Pada umumnya sebelum kendaraan akan dicuci atau dibersihkan maka terlebih dahulu dilakukan pembersihan di kolong-kolong kendaraan dengan menggunakan air bertekanan tinggi yang berfungsi untuk melepaskan kotoran-kotoran yang menempel, kemudian dilanjutkan dengan proses pencucian dan penyikatan dengan menggunakan sabun ataupun deterjen. Setelah proses pencucian kolong kendaraan selesai, selanjutnya dilakukan pencucian *body* kendaraan dengan menyemprotkan air bertekanan, dilanjutkan dengan pemberian shampo yang

mengandung wax / lapisan lilin untuk melapisi cat dan memberikan efek kilap pada kendaraan. Kemudian setelah seluruh bagian kendaraan diberikan shampo maka dilakukan pembersihan dengan menggunakan busa lembut pada seluruh bagian kendaraan. Setelah dibersihkan maka dilakukan pembilasan lagi menggunakan air bertekanan kemudian kendaraan dibawa ke tempat proses pengeringan dan proses penyelesaian akhir seperti pembersihan interior mobil dengan menggunakan *vacuum cleaner* /penghisap debu dan pembersihan mesin serta roda-roda kendaraan (Rani, 2007)

2.2.1 Proses Pencucian Mobil *The Auto Bridal*

The Auto Bridal memiliki 2 bentuk pencucian mobil yaitu *The Original Snow Car Wash/ Ice Cream Wash* adalah layanan pencucian mobil dengan teknologi baru yaitu “wax 100%” dengan kadar pH 7 balance, yang memungkinkan pencucian dengan tingkat kebersihan optimal di mana dengan *snow wax* (busa salju) bertahan 3 hari dan *ice crem* bertahan 7 hari dan Cuci Poles adalah layanan pencucian mobil ditambah dengan poles *body* satu lapis menggunakan obat wax untuk menghilangkan flak dan noda jamur.

Untuk layanan pencucian mobil meliputi beberapa bagian yaitu:

- *Body* luar mobil
- Bagian bawah mobil
- Bagian dalam mobil (*vacuum interior*, bersihkan interior)
- Semir mesin mobil
- Semir ban mobil

Proses Pencucian mobil yang dilakukan di Auto Bridal, Jl. Bondowoso Malang adalah sebagai berikut:

- 1) Parkirkan mobil dengan pas di posisi hidrolik, angkat ban serep dan karpet plastik atau karet untuk dibersihkan, dicuci lalu dikeringkan. Lindungi

saluran-saluran udara masuk distributor cap dan bagian-bagian elektronik yang mungkin terkena air.

- 2) Angkat mobil dengan hidrolik sampai posisi ban di atas dada, lalu bilas seluruh kolong mobil dengan mesin *high pressure* secara merata dan urut dari depan sampai belakang, bersihkan semua kotoran yang ada di dalam kolong mobil semaksimal mungkin. Tahap berikutnya semprotkan *snow/ ice cream wash* ke seluruh kolong mobil sampai merata, bersihkan keempat ban, kolong ban, semua bagian logam /besi, plastic dengan *shampoo snow* , lalu bilas dengan air bertekanan tinggi (± 120 bar) .

Catatan : perhatikan besarnya tekanan untuk mobil tua dan cat ulang—ulang untuk membersihkan veleg harus memakai busa dilarang memakai sikat atau membuat gores pada *body*.

- 3) Turunkan mobil perlahan-lahan , pastikan posisi mobil pas pada posisi semula
- 4) Bilas *body* pada saat mobil turun perlahan-lahan atau semprotkan air dari atas ke bawah yaitu dari atap, kap mesin lalu *body*.
- 5) Semprotkan *shampoo snow* ke seluruh badan mobil secara merata lalu lap dengan spon secara detail dari atas ke bawah.
- 6) Teliti ulang kemudian bilas dengan air bertekanan lembut (menggunakan selang air) secara sistematis, mulai dari bagian bawah samping perlahan-lahan menuju ke atas. Penyemprotan ± 30 cm dari ban mobil. Berikan perhatian khusus pada bagian grill, belakang bumper, celah-celah dan bagian bawah dek mesin untuk memaksimalkan *finishing*.
- 7) Buka kap mesin, bersihkan bagian mesin lalu bilas (khusus mobil buatan jepang)
- 8) Bersihkan karpet dan cuci ban serep bila dilakukan.
- 9) Selesai dilakukan proses pengerjaan, mobil dibawah ke daerah yang kering.
Untuk pengerjaan Cuci Poles prosesnya sama , dioleskan lagi *Radian Wax Polish* atau *Super Resin Polisa* pada permukaan cat, untuk mengkilapkan

warna asli cat mobil. Pengerjaan poles dilakukan secara manual (*The Auto Bridal*, 2007).

2.2.2 Limbah Cair Pencucian Mobil

Dalam aktivitas pencucian mobil, tentu saja dibutuhkan bahan pembersih berupa cairan pembersih berupa deterjen dan surfaktan lain. Bahan ini dibutuhkan untuk melarutkan kotoran-kotoran yang menempel di permukaan body dan bagian kendaraan lainnya seperti ban, mesin dan rangka bawah, termasuk juga karpet/karet alas di bagian dalam mobil, oleh karena itu air yang sudah digunakan jelas mengandung bahan kimia pembersih dan kotoran. Kebanyakan air buangan ini sudah bersifat limbah dan oleh pemilik jasa pencucian dialirkan ke saluran pembuangan dan akhirnya mengalir ke sungai yang tentunya menimbulkan pencemaran.

Secara fisik ditandai dengan terdapat gelembung busa yang sangat banyak yang menunjukkan keberadaan bahan deterjen atau surfaktan ionik. Akumulasi bahan ini akan menurunkan kualitas air, seperti penurunan oksigen terlarut (DO) sehingga berakibat kenaikan nilai parameter BOD, COD dan TSS dalam air. Akibat penurunan kualitas air ini maka dimungkinkan bahwa air tidak bisa digunakan untuk kepentingan manusia bahkan untuk keperluan irigasi pertanian juga mungkin tidak bisa. Apabila lokasi pembuangan berada di daerah hunian, maka air dapat masuk teresap pada air sumur yang dikonsumsi oleh masyarakat di sekitar lokasi. Hal ini tentu saja dapat menimbulkan resiko kesehatan bagi warga yang mengkonsumsi air tersebut ([www. Iqmaltahir.wordpress.com](http://www.Iqmaltahir.wordpress.com))

2.2.3 Baku Mutu Lmbah Cair Pencucian Mobil

Baku Mutu Limbah Cair adalah batas maksimal yang tidak boleh dilampaui dari limbah cair tentang volume limbah per satuan produk atau per satuan bahan baku, kadar zat pencemar. Limbah cair pencucian mobil termasuk dalam kegiatan Usaha lainnya, di mana telah ditetapkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No.45

tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Pencucian Kendaraan Bermotor yang dapat dilihat pada Table 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Baku Mutu Limbah Cair untuk Pencucian Kendaraan Bermotor

| BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum Per Satuan Produk 1,5 m ³ / Kendaraan Besar 0,5 m ³ / Kendaraan Kecil 0,1 m ³ / Sepeda Motor | |
| Parameter | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD ₅ | 100 |
| COD | 250 |
| TSS | 100 |
| Minyak dan Lemak | 10 |
| MBAS (Detergent) | 10 |
| Fosfat (sebagai P ₂ O ₄) | 10 |
| pH | 6 – 9 |

Keterangan :

Kendaraan Besar adalah : Jenis Truk, Bus, Trailer, dsb

Kendaraan Kecil adalah : Jenis Sedan, Mini Bus, Pickup, Jeep, Station Wagon, dsb

Sepeda Motor adalah : Jenis Sepeda Motor dan Skuter

(Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45, 2002)

2.3 Parameter Dalam Air Limbah

1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Merupakan banyaknya kebutuhan oksigen terlarut dalam air limbah. Bila jumlah oksigen dalam air limbah cukup maka pembusukan secara aerobik

dari limbah organik akan terus berlangsung sampai semua limbah teroksidasi menjadi zat-zat yang lebih sederhana, antara lain sebagai berikut :

- Oksidasi sebagian limbah menjadi produk akhir untuk mendapatkan energi guna pemeliharaan sel serta pembentukan serat-serat sel baru.
- Pada zat organik sel-sel yang baru, mulai memakan serat selnya sendiri untuk mendapatkan energi guna pemeliharaan sel, proses ini sering disebut pernafasan atau respirasi.

BOD₅ adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram/liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Untuk itu semua diperlukan 100 hari pada suhu 20° C. Akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu 5 hari sehingga dikenal dengan BOD₅.

2. Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

Pengujian COD digunakan untuk keadaan oksigen dari bahan organik dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimiawi dengan menggunakan dikroma pada larutan asam. Jika nilai COD tinggi menunjukkan adanya zat-zat pengganggu.

3. TSS (*Total Suspended Solid*) adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron

4. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah salah satu kelompok yang termasuk dalam golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter (C₂H₅OC₂H₅), Kloroform (CHCl₃), benzene dan hidrokarbon lainnya. Minyak dan lemak dapat larut dalam pelarut tersebut karena minyak dan lemak mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut.

5. MBAS (deterjen) adalah golongan dari molekul organik yang dipergunakan sebagai pengganti sabun untuk pembersih supaya mendapatkan hasil yang

lebih baik. Di dalam air zat ini menimbulkan buih dan selama proses aerasi buih tersebut berada di atas permukaan gelembung udara dan biasanya relatif tetap.

6. Fosfat merupakan senyawa yang tersusun atas unsur P (phosphorus) yang berikatan dengan oksigen. Di alam unsur fosfat tidak terdapat dalam bentuk bebas melainkan dalam bentuk terikat yaitu polifosfat, orthofosfat, fosfat organik dan setiap senyawa fosfat tersebut dalam bentuk terlarut dan tersuspensi, ataupun terikat di dalam sel organisme air

7. pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH maka akan menyebabkan air tersebut semakin asam (Sugiharto,1987).

2.4 Proses pengolahan limbah

Tujuan utama pengolahan limbah adalah untuk mengurangi BOD, partikel terapung, serta membunuh organisme patogen. Selain itu diperlukan juga tambahan pengolahan untuk menghilangkan bahan industri, komponen beracun, serta bahan yang tidak dapat didegradasikan agar konsentrasi yang ada menjadi rendah. Untuk itu diperlukan pengolahan secara bertahap agar bahan tersebut diatas dapat dikurangi. Adapun secara garis besar kegiatan pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi 6 (enam) bagian antara lain :

- pengolahan pendahuluan (*pre treatment*)
- pengolahan pertama (*Primary treatment*)
- pengolahan kedua (*secondary treatment*)

- pengolahan ketiga (*tertiary treatment*)
- pembunuhan kuman (*desinfektion*)
- pembuangan lanjutan (*ultimate disposal*)

Dari setiap fase diatas terdapat beberapa jenis pengolahan yang dapat diterapkan. Dari beberapa jenis itu maka akan dipilih salah satu yang diperkirakan memberikan manfaat yang terbaik. Selain itu perlu diketahui juga bahwa untuk pengolahan air limbah tidaklah harus mengikuti tahap-tahap yang ada diatas, akan tetapi perlu diadakan penyesuaian dengan kebutuhan yang ada. Dengan demikian setiap unit bangunan pengolahan air limbah akan berbeda-beda teknik yang dipergunakan dan tidak semua tahap perlu dilalui (Sugiharto,2008).

Dalam proses pengolahan limbah, secara kasar dapat dikelompokan sebagai berikut :

- 1) pengolahan secara mekanis yang terdiri dari penyaringan, pengambilan buihnya, pengambangan, dan sedimentasi.
- 2) Pembenahan secara kimiawi meliputi pengentalan, penghilangan bau, dan sterilisasi
- 3) Pembenahan secara biologis yang tergantung pada aktivitas sekelompok organisme, baik yang hidup dalam lingkungan alamiah mereka seperti pada batang-batang air, atau lapisan tanah atau dalam lingkungan yang diciptakan secara buatan seperti dalam saringan antara, tangki septic atau tangki-tangki imhoff, instalasi pembenahan lumpur atau saringan-saringan kecil/halus (bersusun).

2.4.1 Pengolahan Pendahuluan (*Pre treatment*)

Sebelum melalui proses pengolahan, perlu dilakukan pembersihan-pembersihan agar mempercepat dan memperlancar proses pengolahan selanjutnya. Adapun kegiatan tersebut berupa pengambilan benda terapung dan pengambilan benda yang mengendap seperti pasir.

Tahap awal pengolahan limbah adalah menghilangkan zat padat yang kasar. Pada umumnya proses tersebut dengan jalan melewatkan air limbah melalui saringan kasar untuk menghilangkan benda yang besar. Pada proses pengambilan benda mengendap seperti pasir dapat menggunakan bak penangkap pasir.

2.4.1.1. Sedimentasi

Setelah pembuangan pasir dan benda-benda padat lainnya dan *skimming* minyak-minyak pelumas, langkah berikutnya dalam pembenahan limbah dimana dilakukan tahapan penghapusan sebagian sisa benda padat yang mengambang. Hal ini mengurangi kekuatan limbah dan membuatnya lebih mudah dirubah menuju oksidasi biologis.

Bak sedimentasi disini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil endapan yang optimal melalui pengaturan besar kecilnya bak yang akan dibangun. Dengan demikian air limbah yang ada akan meninggalkan bak tersebut setelah berhasil mengendapkan pertikel kandungannya, dengan demikian bak tidak terlalu besar ataupun terlalu kecil.

2.4.1.2. Flokulasi mekanis dan pengentalan kimiawi

Proses sedimentasi dapat dipercepat dan sejumlah besar zat-zat coloidal dan benda-benda padat yang terbagi-bagi sangat halus dapat diendapkan dengan akibat zat-zat yang diberikan sehingga mempercepat proses pengendapan. Dalam proses ini limbah dikocok sekuat-kuatnya oleh dayung pemutar dan sebagai hasilnya, zat-zat yang terbagi sangat halus itu menggumpal menjadi gumpalan-gumpalan (*aggragates*) yang lebih besar yang mengendap lebih cepat.

Pada pengentalan secara kimiawi, beberapa jenis zat kimia ditambahkan kedalam limbah untuk membentuk lapisan endapan yang membutir yang tidak dapat dicairkan. Pada proses ini, dapat menyerap dan menenggelamkan beberapa dari zat-zat mengambang dan zat coloidal.

2.4.2 Pengolahan Tambahan (Pengolahan Kedua)

Pengolahan kedua pada umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada proses ini sangat dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kekotoran, jenis kotoran, dan sebagainya. Reaktor pengolahan lumpur aktif dan saringan penjernih biasanya digunakan dalam tahap ini. Pada proses penggunaan lumpur aktif (*activated sludge*), maka air limbah yang telah lama ditambahkan pada tangki aerasi dengan jumlah untuk memperbanyak jumlah bakteri secara cepat agar proses biologis dalam menguraikan bahan organik berjalan lebih cepat. Lumpur aktif tersebut dikenal sebagai MLSS (*mixed liquor suspended solid*). Terdapat dua hal yang penting dalam proses biologis yaitu :

- Proses penambahan oksigen
- Proses pertumbuhan bakteri

2.4.3 Pengolahan Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan-pengolahan terdahulu. Oleh karena itu, pengolahan jenis ini baru akan dilakukan apabila pengolahan pertama dan kedua masih banyak terdapat zat-zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat umum.

Pengolahan ketiga ini merupakan pengolahan secara kusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah. Biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah yang khusus pula. Terdapat beberapa jenis pengolahan yang sering dipergunakan antara lain :

- Saringan pasir
- Saringan multimedia
- *Precoal filter*
- *Mikrostaining*
- *Vacum filter*
- Penyerapam / *adsorbtion*

- Pengurangan besi mangan
- Perubahan CN
- Osmosis bolak-balik

2.4.4 Pembunuhan Bakteri (*Desinfection*)

Pembunuhan bakteri bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada dalam air limbah. Mekanisme pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Banyak zat pembunuh kimia termasuk lorin dan komponennya mematikan bakteri dengan cara merusak dinding sel. Mekanisme lain dari desinfeksi adalah dengan merusak langsung dinding sel seperti yang dilakukan apabila menggunakan bahan radiasi ataupun panas.

Penggunaan panas dan bahan radiasi meskipun sangat baik hasil yang dicapai, akan tetap kurang cocok untuk diterapkan secara masal mengingat biaya pelaksanaannya sangat mahal dan cukup sulit dalam penanganannya. Oleh karena itu, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih bahan kimia bila akan dipergunakan sebagai bahan desinfeksi antara lain :

- Daya racun zat kimia tersebut
- Waktu kontak yang diperlukan
- Efektivitasnya
- Rendahnya dosis
- Tidak toksis terhadap manusia dan hewan
- Tetap tahan terhadap air
- Biaya murah untuk pemakaian bersifat masal

Dari pertimbangan tersebut maka untuk menjernihkan air limbah banyak dipergunakan bahan antara lain klorin oksida dan komponennya, bromine, rodine, permanganate, logam berat, asam dan basa kuat.

2.5 Proses Koagulasi – Flokulasi – Sedimentasi

2.5.1 Definisi Koagulasi – Flokulasi

Menurut Masduqi dan Slamet, 2002, koagulasi dapat diartikan sebagai proses destabilisasi koloid dan partikel dalam air atau air limbah dengan menggunakan bahan koagulan yang menyebabkan pembentukan inti gumpalan (presipitat). Dalam proses koagulasi, apabila koagulan ditambahkan ke dalam air atau air limbah akan terjadi destabilisasi koloid dan terbentuk partikel flokulen.

Pada umumnya proses koagulasi dilakukan dengan pengadukan cepat selama kurang lebih 1 menit dengan kecepatan putaran pengaduk lebih dari 100 rpm. Untuk air limbah gradient kecepatan (G) yang diperlukan pada umumnya 300/detik (Reynolds, 1982).

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok yang berukuran lebih besar (Masduqi dan Slamet, 2002). Proses flokulasi merupakan kelanjutan dari proses koagulasi. Proses flokulasi terjadi bila terdapat pengadukan lambat, hal ini dilakukan karena beberapa alasan yaitu:

1. Memberi kesempatan pada partikel–partikel (flok–flok kecil) yang sudah terkoagulasi untuk bergabung menjadi flok–flok yang ukurannya semakin lama semakin besar.
2. Memudahkan flokulan dengan “benang–benangnya” untuk mengikat flok–flok kecil menjadi ikatan flok yang ukurannya semakin lama semakin besar.
3. Mencegah pecahnya kembali flok yang sudah terbentuk.

Waktu pengadukan pada proses flokulasi pada limbah antara 20 sampai 30 menit. Dengan kecepatan putaran pengaduk kurang dari 100 rpm. Gradient kecepatan (G) proses flokulasi pada umumnya 10 sampai 75/detik. Gradien kecepatan (G) yang diperlukan untuk pengolahan air limbah biasanya 20 sampai 75/detik (Reynolds, 1982).

Sedimentasi atau pengendapan adalah pemisahan solid-liquid secara gravitasi dimana partikel yang diendapkan adalah partikel flokulen yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi. Partikel flokulen dapat berubah ukuran, bentuk dan beratnya pada saat pengendapan.

2.5.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi-Flokulasi

Pada proses koagulasi dan flokulasi terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses yaitu:

1. pH

pH merupakan besaran yang menyatakan sifat asam basa suatu larutan. Sifat kimia koagulan juga bergantung pada pH, karenanya pada proses koagulasi dan flokulasi batasan pH sangat penting mengingat pH air dapat mempengaruhi kelarutan bahan kimia. Batasan nilai pH akan terjadi karena pengaruh jenis koagulan dan komposisi zat kimia dalam air.

2. Garam

Garam mineral berpengaruh pada penentuan pH dan dosis koagulan. Adanya senyawa ini dalam sampel akan mengakibatkan perubahan range pH optimum koagulan, waktu yang diperlukan koagulasi, dosis koagulan yang optimum dan residu koagulan pada effluen.

3. Kekeruhan

Mempengaruhi koagulasi-flokulasi pada penentuan dosis koagulannya dan juga akan mempengaruhi kecepatan pengendapan flok.

4. Jenis Koagulan

Harus disesuaikan dengan jenis koloid yang terdapat dalam air. Jenis koagulan yang tepat akan sangat efisien dalam proses karena dapat memperkecil gaya tolak-menolak partikel koloid sehingga membentuk flok.

5. Temperatur

Temperatur erat hubungannya dengan viskositas air, pada saat temperatur turun, maka viskositas air akan meningkat sehingga kecepatan pengendapan partikel flok akan menurun. Di samping itu penurunan temperatur dapat menurunkan kemampuan reaksi kimia.

6. Waktu Detensi

Merupakan fungsi debit dan aliran waktu detensi lebih lama dari kriteria desain akan menyebabkan pengendapan pada sistem kontinyu, sedangkan waktu detensi yang lebih singkat menyebabkan pembentukan flok yang relatif kecil dan sukar mengendap.

7. Pengadukan

Proses pengadukan dilakukan dua tahap yaitu pengadukan cepat (koagulasi) untuk mendistribusikan kogulan secara merata kedalam air dengan waktu detensi 30–60 detik. Kemudian dilanjutkan dengan pengadukan lambat (flokulasi) adalah untuk memberikan kesempatan pertumbuhan antar partikel sehingga menghasilkan bertambahnya ukuran flok.

8. Dosis

Kebutuhan koagulan atau dosis koagulan pada proses koagulasi air keruh tergantung pada jenis air keruhnya. Air dengan tingkat kekeruhan tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid pada air keruh berlangsung dengan baik. Penentuan dosis koagulan dengan metode Jar Test dapat digunakan untuk membantu menentukan dosis dari suatu bahan kimia (koagulan) tertentu yang dibutuhkan pada proses koagulasi.

9. Kecepatan Pengadukan

Pengadukan pada proses koagulasi dibutuhkan untuk reaksi penggabungan antara koagulan dengan bahan organik dalam air, melarutkan koagulan dalam air, dan menggabungkan inti-inti endapan menjadi molekul besar. Kecepatan putaran pengadukan yang kurang akan menyebabkan koagulan tidak dapat terdispersi

dengan baik, apabila kecepatan pengadukan terlalu tinggi akan menyebabkan flok-flok yang sudah terbentuk akan terpecah kembali sehingga terjadi pengendapan tidak sempurna.

10. Jenis Koagulan

Kebutuhan koagulan atau dosis koagulan pada proses koagulasi air keruh tergantung pada jenis air keruhnya. Air dengan tingkat kekeruhan tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid pada air keruh berlangsung dengan baik. Penentuan dosis koagulan dengan metode Jar Test dapat digunakan untuk membantu menentukan dosis dari suatu bahan kimia (koagulan) tertentu yang dibutuhkan pada proses koagulasi.

11. Komposisi Kimia Larutan

Air akan mengandung bermacam-macam koloid dan elektrolit pada keadaan air yang alami. Larutan elektrolit merupakan sistem yang kompleks dengan kandungan yang tidak mudah untuk diinterpretasikan (Hammer, 2007 dalam Uswatun, 2008)

2.5.3 Mekanisme Proses Koagulasi-Flokulasi

Di dalam air partikel koloid yang bermuatan listrik sejenis (sama negatifnya) saling tolak menolak sehingga tidak bisa saling mendekat dan kondisi dimana partikel tetap berada di tempatnya ini disebut kondisi stabil. Kondisi yang stabil tidak memungkinkan terbentuknya flok. Jika kedalam air tersebut diberikan ion logam yang bermuatan positif, maka muatan positif ini dapat mengurangi daya tolak menolak antara sesama koloid (gaya repulsion) sehingga akan terjadi kondisi destabilisasi dari partikel. Kondisi partikel koloid yang tidak stabil memungkinkan terbentuknya flok. Dengan adanya muatan positif yang cukup merata maka akan terbentuk flok-flok kecil kumpulan dari koloid. Untuk bisa diendapkan maka antara

sesama flok–flok kecil harus terus bergabung sampai menjadi flok yang cukup besarnya untuk bisa mengendap.

Dari uraian diatas jelas bahwa mekanisme koagulasi dan flokulasi bisa terjadi berurutan dan bisa juga terjadi secara bersamaan sehingga sulit untuk memisahkan antara kedua proses tersebut (Razif, 1985 dalam Wahyuni I.2006).

2.6 Jenis Koagulan

Koagulan yang digunakan berfungsi untuk membentuk inti flok. Koagulan yang ditambahkan biasanya mempunyai muatan yang berlawanan dengan partikel yang ada dalam air. Koagulan yang banyak digunakan dalam pengolahan air limbah adalah aluminium sulfat atau garam–garam besi dan juga kapur. Beberapa jenis koagulan yang biasa digunakan baik pada pengolahan air minum maupun air limbah dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Jenis Koagulan Kimia

| Nama | Formula |
|------------------|------------------|
| Alum/Tawas | $Al_2(SO_4)_3$ |
| Fero Sulfat | $(FeSO_4)$ |
| Natrium Aluminat | $NaAlO_2$ |
| Feri Sulfat | $(Fe_2(SO_4)_3)$ |
| Fero Chlorida | $(FeCl_2)$ |
| Feri Chlorida | $FeCl_3$ |

(Sumber : <http://www./koagulasi-dan-flokulasi.html>)

Disamping koagulan kimia terdapat pula jenis koagulan yang menggunakan biji tanaman untuk mengolah air limbah. Jenis koagulan dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Jenis Koagulan

| Nama Koagulan Alami |
|----------------------------|
| Biji Kelor |
| Biji Asam Jawa |
| Biji Kacang Babi |
| Biji Protein Kedelai |

(Sumber : <http://www./koagulasi-dan-flokulasi.html>)

Pada kondisi tertentu, koagulan pembantu diperlukan untuk memproduksi flok yang cepat mengendap misalnya polielektrolit atau bisa juga disebut sebagai flokulan. Pemilihan koagulan membutuhkan studi laboratorium untuk mendapatkan kondisi optimum.

2.6.1 Biji Kelor (*Moringa Oleifera*)

2.6.1.1 Taksonomi Biji Kelor

| | |
|---------|-------------------------------------------|
| Kingdom | : Plantae (Tumbuhan) |
| Divisi | : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga) |
| Kelas | : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil) |
| Ordo | : Brassicales |
| Famili | : Moringaceae |
| Genus | : <i>Moringa</i> |
| Spesies | : <i>Moringa Oleifera</i> |

2.6.1.2 Morfologi *Moringa Oleifera*

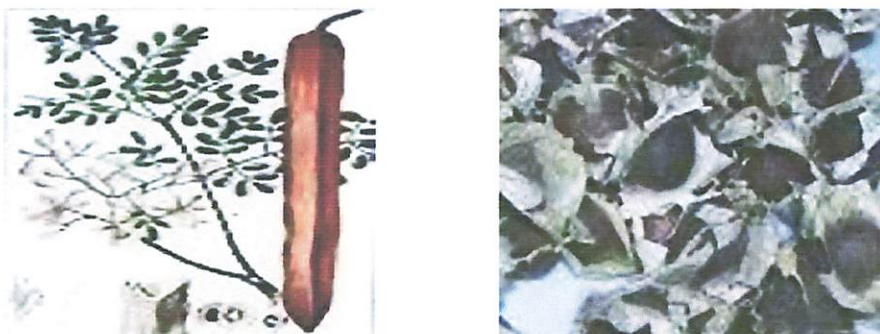
Pohon bengkok, tinggi 3-10 m, dengan tajuk yang tidak rapat; poros daun beruas, dengan kelenjar yang berbentuk garis lurus; sirip dari orde pertama 8-10 pasang. Anak daun bertangkai, sisi bawah hijau pucat, biji bentuk bola, bersayap 3.



Sumber : (http://toiusd.multiply.com/journal/item/219/Moringa_Oleifera_kelor)

Daun bersirip tak sempurna, kecil, berbentuk telur, sebesar ujung jari. Helaian anak daun berwarna hijau sampai hijau kecoklatan, bentuk bundar telur atau bundar telur terbalik, panjang 1 cm sampai 3 cm, lebar 4 mm sampai 1 cm, ujung daun tumpul, pangkal daun membulat, tepi daun rata. Tangkai daun 1 mm sampai 3 mm.

Biji berbau minyak “behen” atau “ben”. Bersegi tiga, bersayap 3, seperti selaput, dalam bentuk sisir dengan paruk yang menajam (klentang).



Gambar 2.1 Biji Kelor (*Moringa Oleifera*)

Bunga putih besar, terkumpul dalam pucuk lembaga di bagian ketiak. Kulit akar berasa dan berbau tajam dan pedas, dari dalam berwarna kuning pucat, bergaris

halus, tetapi terang dan melintang. Tidak keras, bentuk tidak beraturan, permukaan luar kulit agak licin, permukaan dalam agak berserabut, bagian kayu warna cokelat muda, atau krem berserabut, sebagian besar terpisah.

Sumber : (http://toiusd.multiply.com/journal/item/219/Moringa_Oleifera_kelor)

2.6.1.3 Kandungan Biji Kelor

Biji kelor mempunyai berat molekul yang rendah dan bermuatan positif. Selain itu biji kelor yang telah dibuat serbuk dapat mudah larut dalam air maupun larutan. Tabel 2.4 berikut ini menunjukkan kandungan dari biji kelor.

Tabel 2.4 Kandungan Biji Kelor

| No. | Komponen | % |
|-------|------------|--------|
| 1. | Air | 22,4 |
| 2. | Protein | 15,6 |
| 3. | Asam Amino | 15,3 |
| 4. | Abu | 11,5 |
| 5. | Lemak | 10,1 |
| 6. | Sukrosa | 5,5 |
| 7. | Serat | 5,1 |
| 8. | Strach | 5,1 |
| 9. | Kalsium | 3,76 |
| 10. | L-fruktose | 1,5 |
| 11. | Kalium | 1,43 |
| 12. | Magnesium | 0,96 |
| 13. | Natrium | 0,34 |
| 14. | Besi | 0,086 |
| 15. | Mangan | 0,008 |
| 16. | Seng | 0,0015 |
| 17. | Tembaga | 0,0005 |
| Total | | 100% |

(Sumber: <http://www.moringaceae.com/famin>)

Pada tabel diatas dapat dilihat adanya kandungan logam-logam alkali kuat, yaitu K dan Na yang mempunyai muatan positif, serta logam lainnya. Dilihat dari komponen yang dikandungnya maka biji kelor memenuhi kriteria sebagai zat yang dapat mengadakan ikatan tarik-menarik secara elektrostatis terhadap partikel lainnya. Biji kelor juga mengandung zat yang bersifat bakterisida.

2.6.1.4 Manfaat Biji Kelor (*Moringa Oleifera*)

Dalam beberapa penelitian yang sudah dilakukan baik di Indonesia maupun di luar negeri biji kelor merupakan koagulan alami yang efektif. Penggunaan biji kelor sebagai koagulan sudah sejak dulu ada. Di Sudan serbuk biji kelor digunakan untuk menjernihkan air sungai Nil yang mempunyai kekeruhan 15–10.000 NTU menjadi dibawah 10 NTU (Jahn, 1981-1989 Muharto dkk, 2004).

Biji kelor juga mampu menurunkan jumlah bakteri dan kekeruhan air. Penelitian ini dilakukan secara terpisah oleh Srihono dan Setyowati pada tahun 1989 (Muharto dkk, 2004). Penelitian mengenai biji kelor sebagai koagulan alami untuk menurunkan tingkat kekeruhan, jumlah bakteri dan jumlah bahan organik pada air tambak udang windu. Penelitian ini dilakukan oleh Cholifah dkk pada tahun 1997 (Muharto dkk, 2004).

2.7. Pengolahan Lanjutan (Adsorbsi)

Penyerapan secara umum adalah proses mengumpulkan benda-benda terlarut yang terdapat dalam larutan antara dua permukaan. Antar permukaan itu bisa antara cair dan gas, zat padat atau lain cairan, bahkan penyerapan dipergunakan pada permukaan zat padat dan zat yang kental. Walaupun proses tersebut dapat terjadi pada seluruh permukaan benda, maka yang sering terjadi adalah bahan padat yang menyerap partikel yang berada dalam air limbah. Fungsinya adalah untuk mengurangi pengotoran bahan organik, partikel termasuk benda yang tidak dapat diuraikan ataupun gabungan antara bau, rasa dan warna.

Banyak bahan padat dipergunakan sebagai bahan penyerap untuk mengurangi kekeruhan dari suatu cairan. Bahan penyerap yang yang umumnya digunakan adalah :

- Karbon aktif
- Molekuler sieves
- Alumunium aktif

Dari bahan diatas, yang paling sering dipergunakan adalah adsorben arang dari batok kelapa. Pengolahan air limbah dengan menggunakan karbon aktif ini biasanya dipergunakan sebagai proses kelanjutan dari pengolahan secara biologis.

2.7.1 Definisi Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Karbon aktif adalah suatu bentuk karbon yang mampu mengadsorbsi baik dari fase gas, fase cair, dan padatan. Karbon aktif merupakan jenis adsorben berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pellet, atau bubuk. Kemampuan karbon aktif mengadsorbsi ditentukan juga oleh jumlah senyawa karbonnya. Dimana senyawa karbonnya mempunyai bentuk amorf dengan luas permukaan yang besar (500-1400 m²/g). Luas permukaan yang besar menunjukkan bahwa struktur pori internalnya juga besar, sehingga dapat digunakan untuk menyerap zat-zat yang tidak diinginkan baik didalam air maupun gas. Karbon aktif yang baik adalah karbon yang mempunyai kadar karbon tinggi dan kadar abu serta air rendah.

Struktur dari karbon aktif adalah berpori dengan celah yang dapat dilewati oleh molekul. Adsorbsi dapat terjadi karena adanya gaya kapiler yang besar dan struktur pori yang dimilikinya. Untuk karbon aktif dengan fase air (liquid) mempunyai 3 macam pori yang terbentuk selama proses karbonasi dan aktivasi. Adapun macam ukuran porinya, yaitu makropori dengan jari—jari efektif ≥ 100 nm, mesopori dengan jari-jari efektif antara 1,5nm-100nm dan mikropori mempunyai jari-jari efektif $\leq 1,5$ nm. Struktur dari pori-pori baik mikropori maupun makropori ini merupakan bagian terpenting selama proses adsorbs, karena struktur dan ukuran dari ruang pori akan menentukan distribusi ukuran molekul-molekul yang terserap masuk kedalam pori-pori karbon aktif (Chereminisoff dan Ellerbusch,1978).

Kelebihan dari karbon aktif berbentuk serbuk adalah :

- 1) Semakin kecil ukuran pori yang ada pada karbon aktif dan total volume pori yang besar juga akan menaikkan kapasitas penyerapan hidrogen

- 2) Semakin kecil ukuran sebuah karbon aktif maka akan memudahkan proses pengendapan. Hal ini disebabkan adanya penggabungan saat pengadukan (dipengaruhi oleh temperatur).
(<http://www.materials engineering.com>)

2.7.2 Proses Aktifasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Proses aktifasi merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Aktifasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul – molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Metode yang dilakukan adalah metode aktivasi fisik yaitu proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO₂. Umumnya arang dipanaskan didalam tanur pada temperatur 800-900°C. Oksidasi dengan udara pada temperatur rendah merupakan reaksi eksoterm sehingga sulit untuk mengontrolnya. Sedangkan pemanasan dengan uap atau CO₂ pada temperatur tinggi merupakan reaksi endoterm, sehingga lebih mudah dikontrol dan paling umum digunakan

2.8 Metode Pengolahan Data

2.8.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan

penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu.

Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.8.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negative, artinya apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$$p\text{-Value} < \alpha .$$

untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.8.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

- Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor
- Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
- Model regresi berguna untuk memperkirakan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel independent karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

2.8.4 Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

2.8.4.1 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Mengenal permasalahan
2. Memilih faktor dan level
3. Menentukan faktor dan level
4. Memilih metode desain eksperimen
5. Melaksanakan eksperimen
6. Analisa Data
7. Membuat suatu keputusan

2.8.4.2 Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal. Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

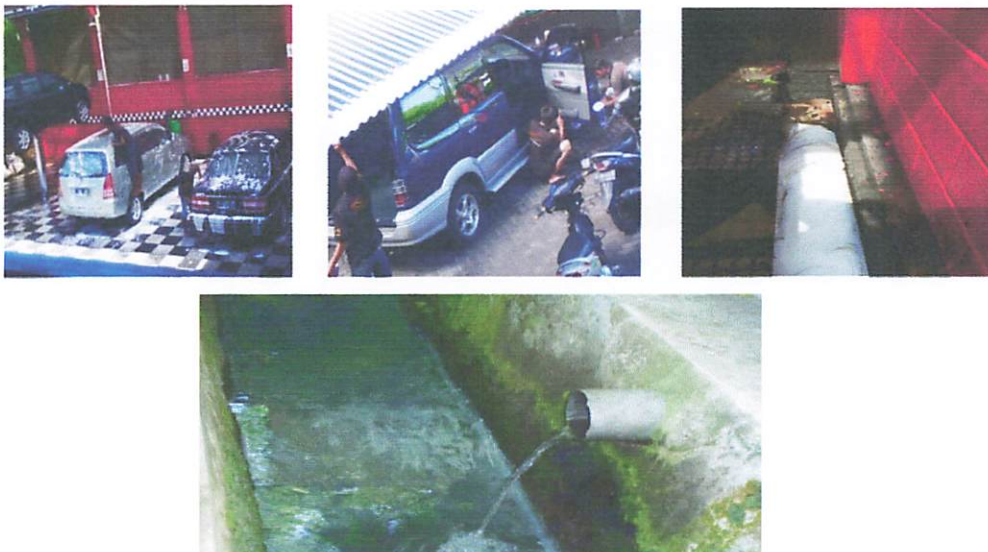
Penelitian dilakukan pada tanggal 30-31 Mei 2012 di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.2.1 Sampel Limbah

Sampel limbah yang digunakan adalah limbah cair asli yang berasal dari limbah pencucian mobil di jalan Bondowoso No.18 Malang, diambil di satu titik di bagian pembuangan limbah dan tidak dilakukan secara terpisah. Titik pengambilan sampel ada di titik penggabungan antara limbah cucian mobil dan limbah pengkilatan kendaraan. Berikut adalah bagan aliran limbah pencucian mobil jl.Bondowoso nomor 18 Malang:

Unit pembersihan & pencucian mobil → unit pengkilatan kendaraan → selasar pembuangan → pembuangan akhir



Gambar 3.1 Unit penghasil limbah dan titik pengambilan sampel

Usaha pencucian mobil di jalan bondowoso malang mempunyai unit penyaluran limbah. Di bagian pembersihan dan pencucian mobil terdapat saluran menuju pembuangan, begitupun dengan bagian pengkilatan yang juga memiliki saluran menuju pembuangan. Kedua saluran itu kemudian bersatu di bagian pembuangan akhir dan proses pengambilan sampel adalah di pembuangan akhir karena merupakan persatuan limbah pencucian dan limbah pengkilatan mobil.

3.2.2 Bahan Koagulan

Pada penelitian ini digunakan biji kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai bahan koagulan. Bahan koagulan dibuat dengan langkah – langkah sebagai berikut:

- 1) Mengupas kulit biji kelor (*Moringa Oleifera*) hingga bersih.
- 2) Menghaluskan biji kelor (*Moringa Oleifera*) dengan menggunakan blender.
- 3) Membuat larutan biji kelor (*Moringa Oleifera*) dengan konsentrasi sesuai yang dipakai dalam penelitian (1,5; 2,5; 3,5 g/l) dengan penambahan aquadest.

3.2.3 Penyiapan Karbon aktif dan aktivasi Karbon Aktif

Karbon aktif yang ada dihaluskan kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 10 mesh, lalu diaktivasi dengan cara dimasukan dalam oven pada suhu 105°C selama \pm 2 jam. Karbon aktif hasil pemanasan disimpan dalam wadah kedap udara.

3.2.4 Peralatan

Peralatan yang digunakan merupakan serangkaian alat koagulasi-flokulasi-sedimentasi dengan menggunakan sistem batch sebagai berikut:

a) Bak Penampung Limbah

Berupa bak plastik dengan kapasitas \pm 45 liter yang digunakan untuk menampung limbah cair yang akan diolah. Limbah cair dialirkan secara



gravitasi dengan menggunakan selang, untuk mengatur debit aliran digunakan *valve*.

b) Bak Penampung Koagulan

Terbuat dari bak plastik dengan kapasitas ± 3 liter yang berfungsi sebagai penampung larutan koagulan. Koagulan dialirkan secara gravitasi dengan menggunakan selang plastik dilengkapi dengan *valve* untuk mengatur debit.

c) Bak Koagulasi

Terbuat dari kaca dengan kapasitas 0,5 liter yang mempunyai dimensi sebagai berikut:

- panjang : 8 cm
- lebar : 8 cm
- tinggi : 8 cm

Bak ini dilengkapi dengan pengaduk berjenis *paddle 2 blade* dan motor yang mempunyai kecepatan putaran 200 rpm untuk pengadukan cepat. Proses destabilisasi koloid dan partikel dalam air dengan menggunakan bahan kimia (disebut koagulan) yang menyebabkan pembentukan inti gumpalan (presipitat).

d) Bak Flokulasi

Bak ini berkapasitas 15 liter, terbuat dari kaca yang dilengkapi dengan pengaduk dengan jenis *paddle 2 blade* dan motor yang mempunyai kecepatan 20 rpm. Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok berukuran lebih besar. Proses koagulasi-flokulasi ini memperbesar ukuran flok sehingga endapan flok yang didapatkan lebih besar jumlahnya agar mudah untuk mengendap. Pengadukan lambat adapun dimensinya adalah sebagai berikut:

- panjang : 22 cm
- lebar : 22 cm
- tinggi : 31 cm

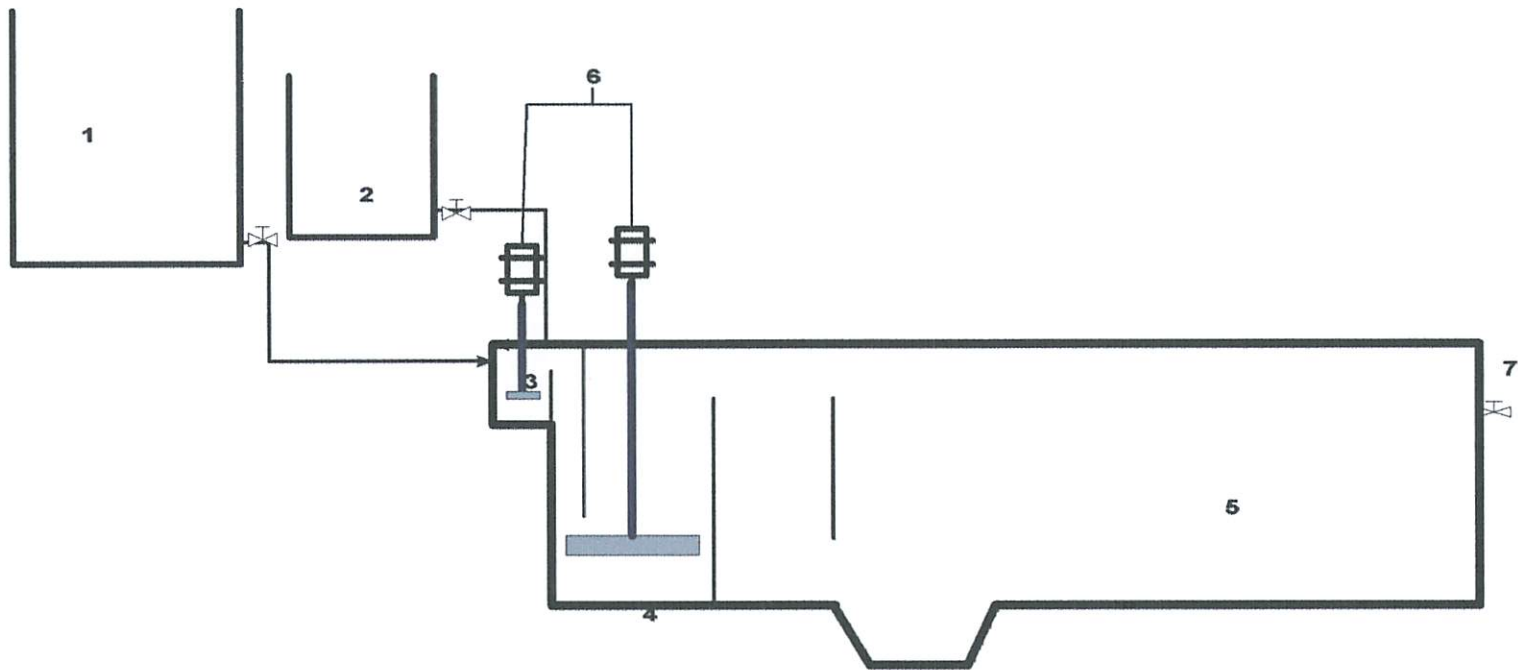
e) Bak Sedimentasi

Bak sedimentasi yang digunakan terbuat dari kaca yang mempunyai kapasitas 30 liter dengan dilengkapi ruang lumpur dengan volume 3 liter. Pada zona *outlet* diletakkan *valve* yang digunakan untuk mengambil sampel yang akan dianalisis.

f) Alat Jar Test

Bagian dari jar test yang akan digunakan dalam penelitian adalah :

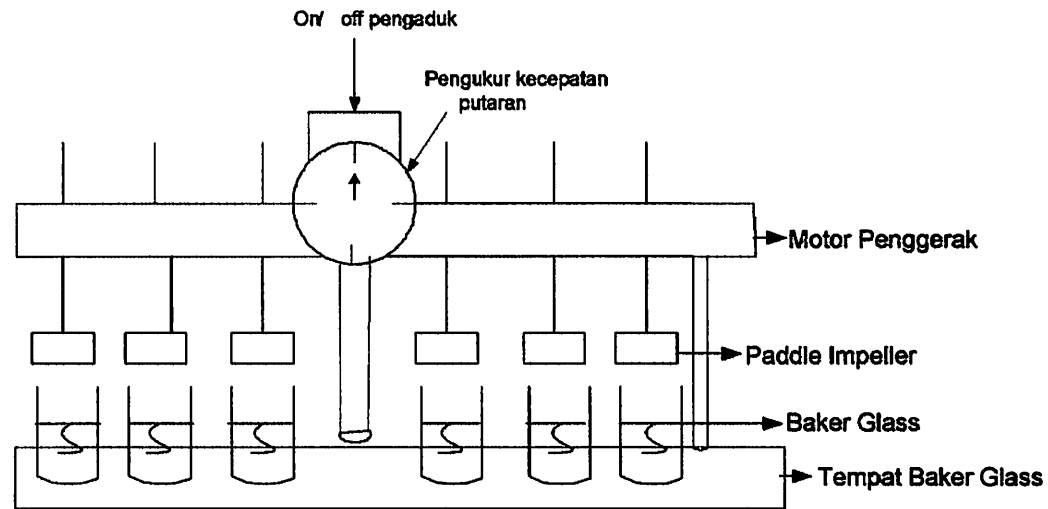
1. Motor Penggerak
2. 6 buah paddle impeller jenis two blade
3. Alat pengukur putaran dalam satuan rpm
4. Alat pengukur waktu dan Gelas Kimia



Gambar 3.1 Sketsa Alat Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

Keterangan:

- | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------|
| 1. Bak Penampung Limbah | 4. Bak Flokulasi | 7. Outlet |
| 2. Bak Penampung Koagulan | 5. Bak Sedimentasi | |
| 3. Bak Koagulasi | 6. Motor Pengaduk | |



Gambar 3.2 Sketsa Proses adsorpsi dengan sistem *batch* (Jart Test)

3.3 Variabel Penelitian

- - Variabel Respon : - BOD
- Deterjen

Parameter penelitian yang digunakan berdasarkan SK. Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Limbah pencucian mobil.

- Variabel Prediktor
- kecepatan pengadukan cepat : 200 rpm
- waktu pengadukan cepat : 1 menit
- waktu pengadukan lambat : 30 menit
- waktu pengendapan : 60 menit (S.Agus,M.Ali.Satuan Operasi.2002)
- dosis koagulan biji kelor 1,5; 2,5;3,5 g/l
- Adsorben Arang aktif tempurung kelapa

Pemilihan variabel prediktor berdasarkan :

- Dosis koagulan : pada penelitian yang dilakukan oleh Bellen,Sofian. (2012) menggunakan variasi konsentrasi koagulan 1; 1; 2; 2; dan 3 g/l didapatkan konsentrasi optimum 3 g/l. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengambil range dosis yang lebih besar (1,5 g/l) untuk dapat mengetahui apakah konsentrasi 3,5 g/l dapat menyisihkan polutan lebih banyak daripada konsentrasi 3 g/l.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

Pada awal penelitian dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal limbah cair yang akan diolah. Parameter yang dianalisis adalah BOD, Deterjen, dan pH.

3.4.2 Proses Pre-Treatment

Pada proses ini dilakukan dengan menjalankan serangkaian alat koagulasi-flokulasi-sedimentasi. Berikut ini cara kerja untuk proses batch :

1. Hasil penelitian Bellen,Sofian (2012), pH optimum untuk koagulan biji kelor adalah 7, oleh karena itu, sebelumnya sampel limbah cair harus dikondisikan agar berada pada suasana netral dengan pH 7 baru kemudian memasukkannya ke dalam bak penampung limbah.
2. Menyiapkan larutan koagulan dengan konsentrasi sesuai dengan dosis optimum yang dihasilkan. Kemudian memasukkannya ke dalam bak penampung koagulan.
3. Mengalirkan limbah cair ($Q = 0,5$ ltr/mnt) dan koagulan ($Q = 27$ ml/mnt) ke dalam bak koagulasi secara gravitasi dengan kecepatan putaran pengadukan 200 rpm selama 1 menit.
4. Pengadukan cepat, mengalir secara gravitasi ke dalam bak pengadukan lambat dengan kecepatan putaran pengadukan 20 rpm selama 30 menit.
5. Bak pengaduk lambat, mengalir secara gravitasi ke dalam bak sedimentasi, dan mengendapkan selama 1 jam.
6. Mengambil sampel dari valve outlet sedimentasi untuk analisis BOD dan Deterjen.

3.4.3 Proses adsorpsi dengan sistem Batch (Jar Test)

Pada proses ini bertujuan untuk menentukan hasil adsorpsi serbuk karbon aktif tempurung kelapa. Langkah – langkah kerja proses batch adalah sebagai berikut (untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.2) :

1. Menyiapkan sampel limbah cair hasil koagulasi flokulasi-sedimentasi.
2. Menyiapkan serbuk karbon aktif yang telah diaktivasi sebanyak tiga gram,.
3. Memasukkan masing – masing 150 ml sampel limbah cair kedalam 5 buah beaker glass kemudian menambahkan adsorban.

4. Melakukan pengadukan dengan menggunakan jar test (kecepatan putaran 200 rpm) selama 2 jam.
5. Mengendapkan sampel selama 30 menit.
6. Menganalisa parameter BOD dan Deterjen.

3.5 Analisis Parameter Uji

3.5.1 Analisis BOD

Dalam menganalisa BOD digunakan metode titrimetri didahului dengan penentuan oksigen terlarut yang prinsipnya adalah oksigen terlarut akan bereaksi dengan mangan (II) dalam suasana basa menjadi hidroksida mangan dengan valensi yang lebih tinggi (mangan (IV)). Adanya iodida (I-) dalam suasana asam menyebabkan mangan (IV) berubah kembali menjadi mangan (II) dengan menghasilkan iodin (I₂) yang setara dengan jumlah oksigen terlarut (SNI-06-2503-1991).

3.5.2 Analisis Deterjen

Metode yang digunakan dalam menganalisis Deterjen adalah metode spektrofotometri. Prinsip metode spektrofotometri adalah zat yang sudah di beri perlakuan dengan beberapa larutan kimia lalu larutan sampel dan blanko dimasukkan kedalam kuvet, setelah itu angka yang terbaca dari spektrometer akan terlihat. (Alaerts dan Santika, 1987).

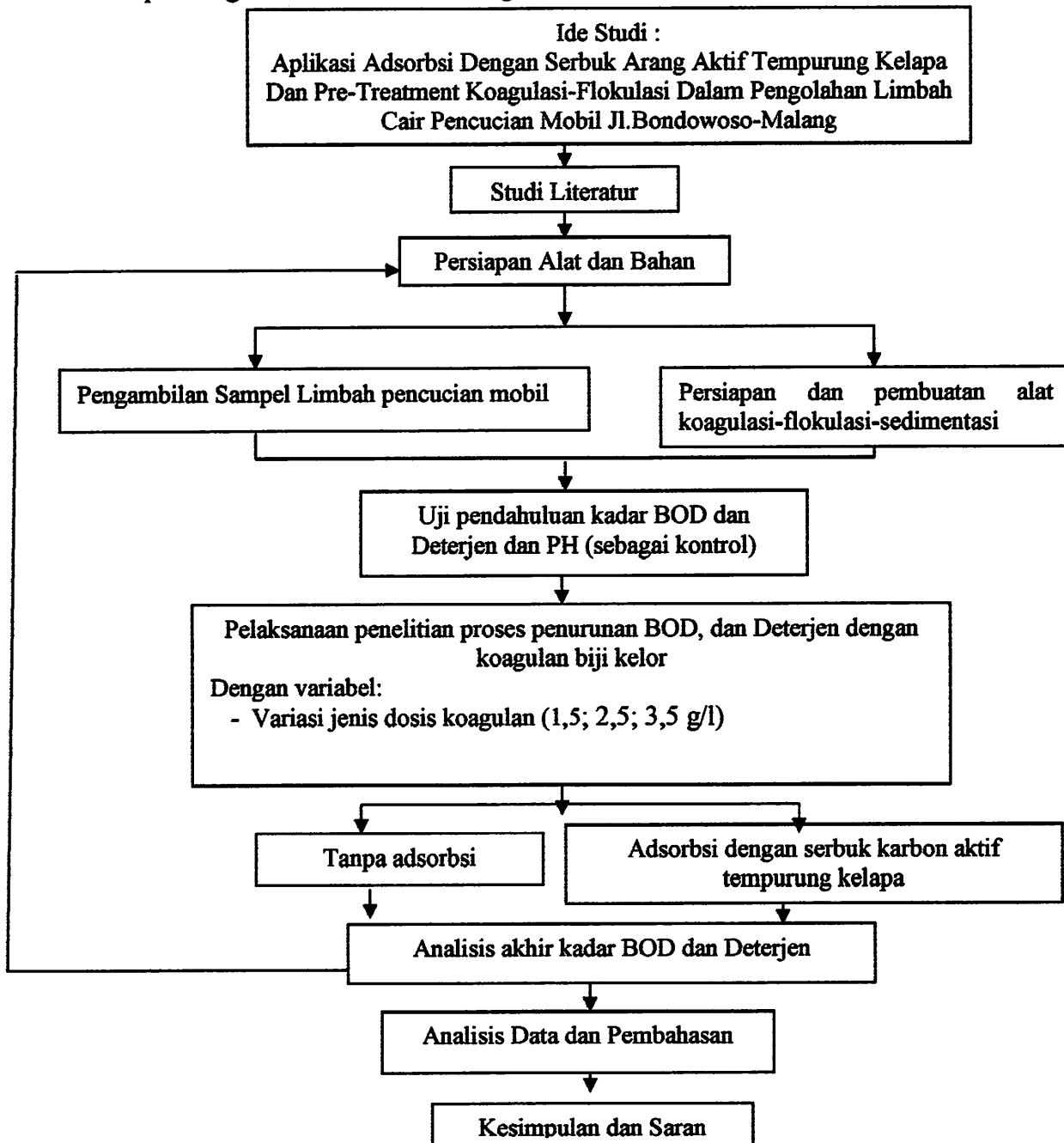
3.6 Analisis Data

Data yang digunakan adalah dengan replikasi $n = 3$. Untuk mengetahui hubungan antara variabel respon (y) dan variabel prediktor (x) digunakan uji korelasi pearson. Data–data interval yang diperoleh, diolah dengan analisis varians (ANOVA) untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata–rata hitung yang signifikan antara persentase penurunan BOD dan Deterjen pada setiap perlakuan. Setelah diketahui

terdapat hubungan yang signifikan antar variabel yang bersangkutan (perlakuan variabel respon (y) terhadap variabel prediktor (x)) diperlukan uji analisis regresi untuk mengetahui ketepatan dan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data.

3.7 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian skripsi Penurunan BOD dan Deterjen pada Limbah Pencucian mobil menggunakan koagulan Biji Kelor dan karbon aktif tempurung kelapa sebagai adsorban adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Kerangka Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Limbah pencucian kendaraan bermotor adalah salah satu jenis limbah yang perlu diolah karena memiliki konsentrasi bahan pencemar. Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui konsentrasi awal pencemar di dalam limbah industri pencucian kendaraan bermotor. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui air tersebut tercemar atau tidak menurut standar baku mutu yang ada, dan perlu dilakukan pengolahan atau tidak. Hasil dari analisis pendahuluan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi Awal Limbah Industri Pencucian Kendaraan Bermotor

| Parameter | Nilai* | Baku Mutu Limbah Cair Untuk Pencucian Kendaraan Bermotor (mg/l)** |
|-------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| pH | 9,0 | 6-9 |
| <i>Deterjen</i> | 757,3 mg/l | 10 |
| <i>Biologic Oxygen Demand (BOD)</i> | 386,3 mg/l | 100 |

Sumber : * Hasil penelitian

** Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45, 2002

Setelah melakukan analisis pendahuluan, nilai yang didapat menunjukkan bahwa konsentrasi BOD dan Deterjen sangat tinggi melebihi standar baku mutu yang ada, oleh karena itu maka perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air.

Berdasarkan kondisi tersebut diatas maka dilakukan sebuah penelitian untuk proses penglahan air limbah kendaraan bermotor. Adapun Pengolahan yang dilakukan adalah koagulasi-flokulasi-sedimentasi (KFS) dengan koagulan alami biji kelor (*Moringa Oleifera*) dan pengolahan lanjutan adsorbsi dengan serbuk tempurung kelapa. Konsentrasi Deterjen dan Nilai BOD setelah pengolahan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3

Tabel 4.2 Nilai Konsentrasi Deterjen Limbah Pencucian kendaraan bermotor setelah proses pengolahan

| Konsentrasi Koagulan (gr/l) | Konsentrasi Rata-Rata Deterjen sesudah KFS (mg/l) | Konsentrasi Rata-Rata Deterjen sesudah adsorbsi (mg/l) | Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45, 2002 |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1,5 | 270 | 150 | 10 |
| 2,5 | 135 | 47 | |
| 3,5 | 70 | 5,8 | |

Tabel 4.3 Nilai Konsentrasi Biologic Oxygen Demand (BOD) Limbah Pencucian kendaraan bermotor setelah proses pengolahan

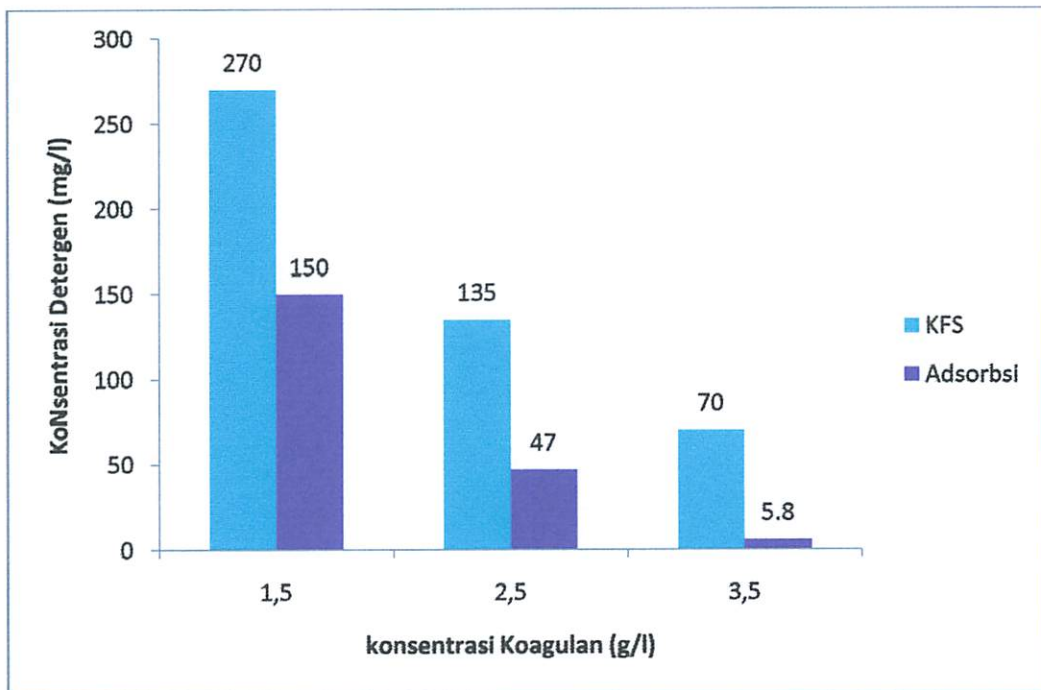
| Konsentrasi Koagulan (gr/l) | Konsentrasi Rata-Rata BOD sesudah KFS (mg/l) | Konsentrasi Rata-Rata BOD sesudah adsorbsi (mg/l) | Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45, 2002 |
|-----------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1,5 | 224,66 | 136,33 | 100 |
| 2,5 | 160,66 | 90,3 | |
| 3,5 | 68,66 | 27 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

4.2 Analisis Deskriptif

4.2.1 Parameter *Deterjen* Setelah Pengolahan

Berdasarkan data dari tabel 4.2 dimana dijabarkan nilai Deterjen sebelum pengolahan hingga setelah proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi (KFS) sampai dengan pengolahan lanjutan, maka dapat dilakukan analisa deskriptif . Analisis deskriptif merupakan gambaran data yang disajikan dalam bentuk yang mudah dipahami. Dalam penelitian ini digunakan bentuk grafik dalam menyajikan data. Dari hasil penelitian berdasarkan 4.2 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Deterjen Setelah Pengolahan

Dari grafik dapat diketahui bahwa konsentrasi Deterjen air limbah setelah proses Koagulasi-flokulasi-sedimentasi lebih tinggi dibandingkan dengan setelah proses adsorpsi. Dapat diketahui pula bahwa konsentrasi Deterjen terus menurun seiring dengan penambahan konsentrasi koagulan dimana konsentrasi Deterjen terendah terjadi pada konsentrasi koagulan 3,5 g/l.

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan konsentrasi Deterjen dari proses pre-treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi (KFS) sampai pada proses pengolahan lanjutan tergantung pada konsentrasi koagulan. Dimana koagulan dengan konsentrasi 1,5 memiliki konsentrasi Deterjen KFS 270 mg/l dan adsorpsi 150 mg/l, sedangkan koagulan dengan konsentrasi 3,5 memiliki konsentrasi Deterjen lebih rendah yaitu pada proses KFS dengan nilai 70 mg/l dan pada proses adsorpsinya 5,8 mg/l.

Untuk mengetahui besarnya penurunan Deterjen pada setiap variasinya, digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{757 - 270}{757} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 64,33 \%$$

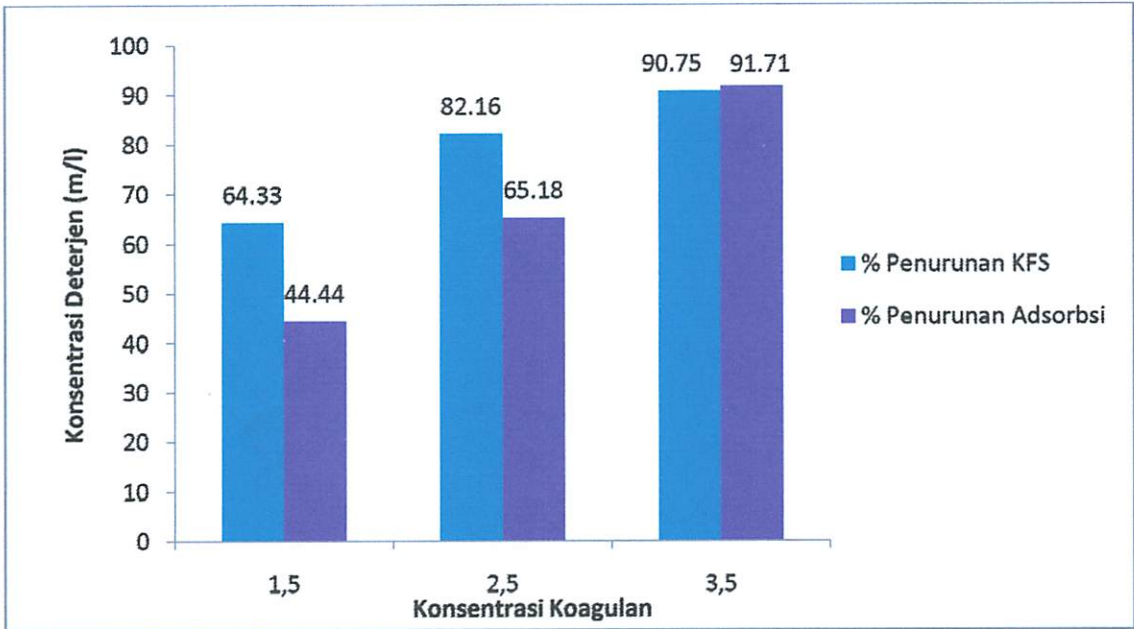
Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Persentase Penurunan Konsentrasi Deterjen

| Konsentrasi Koagulan (gr/l) | % Penurunan Deterjen | |
|-----------------------------|----------------------|----------|
| | KFS | Adsorpsi |
| 1,5 | 64,33 | 44,44 |
| 2,5 | 82,16 | 65,18 |
| 3,5 | 90,75 | 91,71 |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Hasil persentase berdasarkan dari tabel 4.4 kemudian di plotkan dalam grafik pada gambar 4.2.

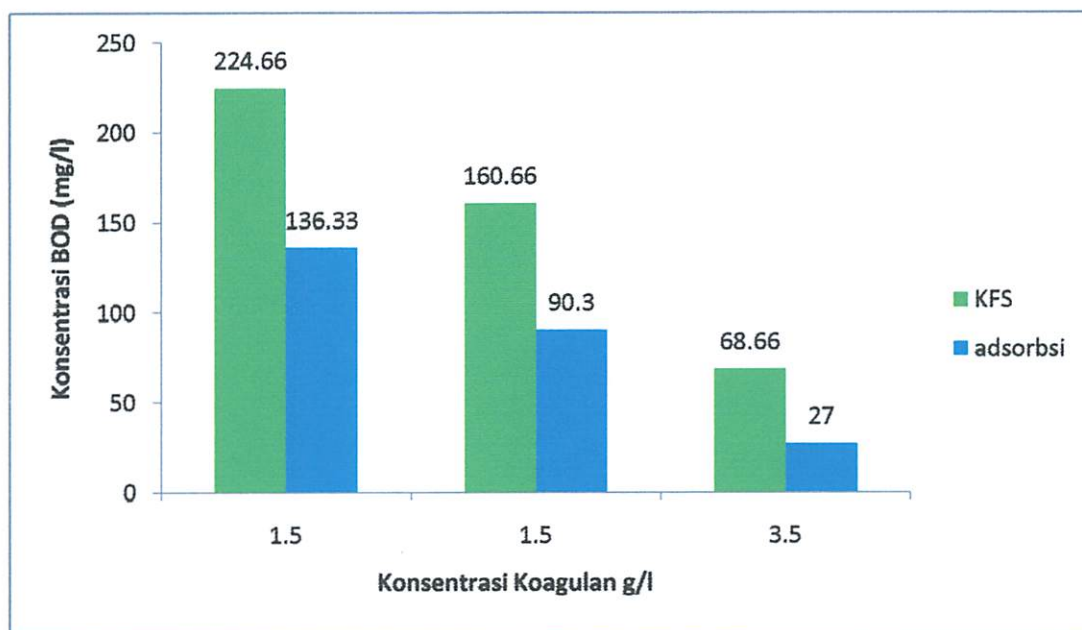


Gambar 4.2 Grafik Persentase Penurunan Deterjen Setelah Pengolahan

Persentase penurunan Deterjen dipengaruhi oleh variasi konsentrasi koagulan. Pada grafik dapat dilihat bahwa persentase penurunan Deterjen terus bertambah seiring dengan penambahan konsentrasi koagulan dimana didapatkan persentase penurunan konsentrasi Deterjen berkisar antara 44,4% - 91,71%. Persentase penurunan konsentrasi Deterjen tertinggi terjadi pada penambahan konsentrasi koagulan 3,5 g/l, dan persentase penurunan konsentrasi Deterjen terendah pada penambahan konsentrasi 1,5 g/l. Hasil yang didapat menunjukkan konsentrasi Deterjen yang masih lebih tinggi dari proses adsorpsi. Hal yang sama juga terjadi pada pengolahan lanjutan dimana terjadi peningkatan persentase penurunan konsentrasi Deterjen yaitu adsorpsi dengan pre-treatment KFS dengan konsentrasi 1,5 lebih kecil dibanding adsorpsi dengan pre-treatment KFS dengan konsentrasi 3,5 g/l.

4.2.2 Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) Setelah Pengolahan

Berdasarkan data dari tabel 4.3 dimana dijabarkan nilai BOD sebelum pengolahan hingga nilai setelah koagulasi-flokulasi-sedimentasi sampai pada pengolahan lanjutan, maka dapat dilakukan analisa deskriptif . Dari hasil penelitian pada tabel 4.3 kemudian di plot ke grafik pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Konsentrasi BOD Setelah Pengolahan

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai BOD dari proses pre-treatment sampai pada proses adsorpsi tergantung pada konsentrasi koagulan. Dimana koagulan dengan konsentrasi 1,5 g/l memiliki nilai BOD pada proses KFS 224,6 mg/l dan adsorpsi 136,3 mg/l, sedangkan koagulan dengan konsentrasi 3,5 g/l memiliki nilai BOD lebih rendah yaitu pada proses KFS dengan nilai 68,6 mg/l dan pada psoses adsorbsinya 27 mg/l.

Untuk mengetahui persentase penurunan BOD pada setiap variasi, digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{386 - 224,66}{386} \times 100\%$$

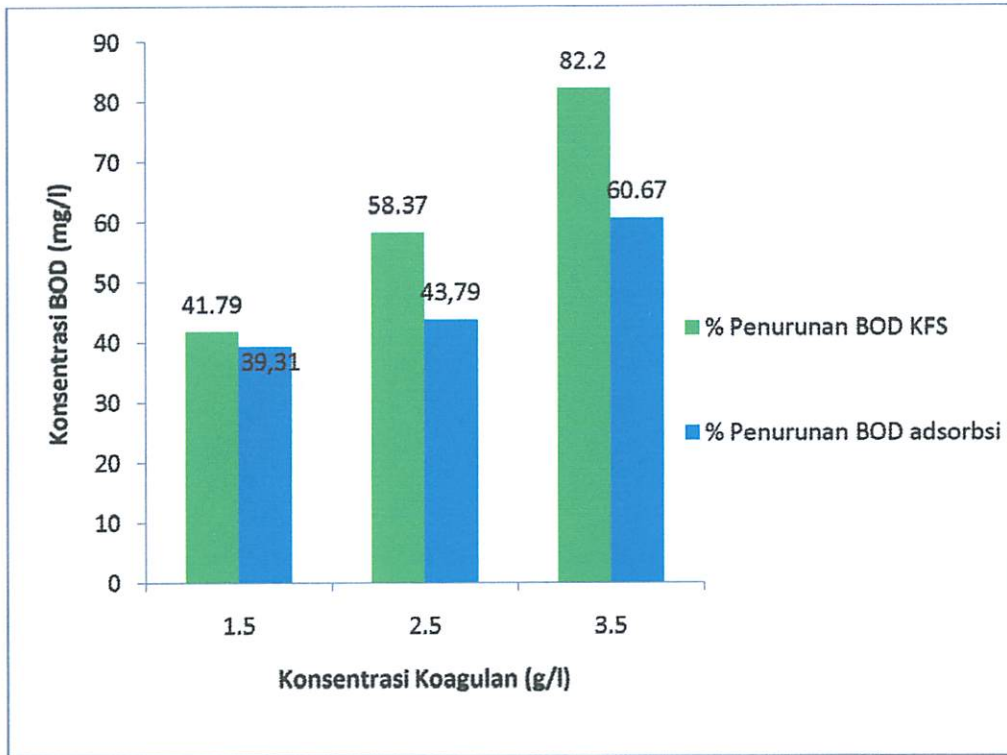
$$\% \text{ Penyisihan} = 41,79\%$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.5 dan kemudian di plotkan dalam grafik pada gambar 4.4.

Tabel 4.5 Persentase Penurunan Konsentrasi BOD

| Konsentrasi Koagulan (gr/l) | %Penurunan BOD | |
|-----------------------------|----------------|----------|
| | KFS | Adsorpsi |
| 1,5 | 41,79 | 39,31 |
| 2,5 | 58,37 | 43,79 |
| 3,5 | 82,2 | 60,67 |

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar 4.4 Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi BOD Setelah Pengolahan

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.4 dapat diketahui bahwa persentase penurunan nilai BOD berkisar antara 39,31% - 82,2%. Persentase penurunan nilai BOD tertinggi terjadi pada perlakuan konsentrasi koagulan 3,5 g/l, dan Persentase penurunan nilai BOD terendah pada perlakuan konsentrasi 1,5 g/l. hal yang sama juga terjadi pada pengolahan lanjutan dimana terjadi peningkatan persentase penurunan nilai BOD yaitu adsorpsi pada pre-treatment KFS dengan konsentrasi 1,5 lebih kecil dibanding adsorpsi pada pre-treatment KFS dengan konsentrasi 3,5 g/l.

4.3 Analisa Korelasi Pada Saat Pre-treatment

4.3.1 Analisis Korelasi antara Presentase Penurunan Deterjen terhadap Konsentrasi Koagulan pada saat Pretreatment KFS

Analisa korelasi dibutuhkan untuk mengetahui keberadaan hubungan antara dua variable. Analisa korelasi pada saat pre-treatment dilakukan untuk melihat hubungan antara presentase penyisihan bahan pencemar terhadap variasi konsentrasi koagulan. Hasil analisis untuk persentase penyisihan Deterjen terhadap konsentrasi koagulan pada saat Pre-treatment dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.6 Hasil Uji Korelasi Antara Persentase Penurunan Deterjen Terhadap Konsentrasi Koagulan Pada Pre-Treatment

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Correlations: Konsentrasi Koagulan, % Penurunan Deterjen KFS</p> <p>Pearson correlation of Konsentrasi Koagulan and Penurunan Deterjen KFS = 0.980 P-Value = 0.127</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Dari table 4.5 dapat dinyatakan bahwa terdapat hubungan yang erat antara konsentrasi dengan persentase penurunan konsentrasi Deterjen. Untuk variasi konsentrasi koagulan, diperoleh nilai *pearson correlation* sebesar 0,980, hal ini berarti terdapat hubungan yang sangat kuat karena berada antara 0,91 – 0,99. Tanda positif pada nilai *pearson correlation* menyatakan bahwa hubungan antara kedua variabel bersifat searah. Artinya, semakin besar konsentrasi maka semakin besar persentase penurunan Deterjen dan sebaliknya. Nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,127 ($>0,05$) maka H_0 diterima, artinya hubungan korelasi signifikan antara konsentrasi koagulan dengan persentase penurunan Deterjen. Nilai signifikansi yang

diperoleh dari kedua variabel bahkan dinyatakan signifikan untuk tingkat signifikansi (α) 1%. Hal ini artinya ada korelasi antara persentase penurunan konsentrasi Deterjen dengan tingginya konsentrasi koagulan.

4.3.2 Analisis Korelasi Penurunan BOD terhadap Konsentrasi Koagulan pada Pretreatment

Analisis korelasi juga dilakukan untuk parameter BOD, Hasil analisis untuk persentase penyisihan BOD terhadap konsentrasi koagulan pada pre-treatment dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.7 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Konsentrasi Koagulan Pada Pre-treatment Terhadap Persentase Penyisihan BOD (%)

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Correlations: Konsentrasi Koagulan, % Penurunan BOD KFS</p> <p>Pearson correlation of Konsentrasi Koagulan and % penurunan BOD KFS = 0.995 P-Value = 0.066</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Dari table 4.6 dapat diketahui bahwa terdapat hubungan yang erat antara konsentrasi koagulan dengan persentase penurunan nilai BOD. Nilai *pearson correlation* yang diperoleh sebesar 0,995, hal ini berarti terdapat hubungan yang sangat kuat karena berada antara 0,91 – 0,99. Tanda positif pada nilai *pearson correlation* menyatakan bahwa hubungan antara kedua variabel bersifat searah. Artinya, semakin besar konsentrasi maka semakin besar persentase penurunan BOD dan sebaliknya. Nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,066 ($>0,05$) maka H_0 diterima, artinya hubungan korelasi signifikan antara konsentrasi koagulan dengan persentase penurunan Deterjen.

4.3.3 Analisis Korelasi pada proses adsorpsi menggunakan pre-treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

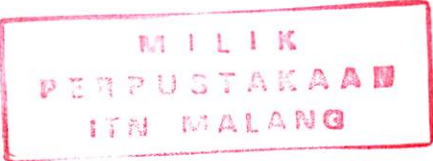
4.3.3.1 Analisis Korelasi antara konsentrasi koagulan terhadap % penurunan Deterjen pada proses adsorpsi menggunakan pre-treatment KFS

Analisis Korelasi untuk parameter Deterjen, pada proses adsorpsi menggunakan pre-treatment Koagulasi-flokulasi-sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.8 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Konsentrasi Koagulan Terhadap Persentase Penyisihan Deterjen (%) pada proses adsorpsi melalui pre-treatment KFS

| Correlations: Konsentrasi Koagulan, % Penurunan Dete, % Penurunan Dete | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|--|
| | Konsentrasi Koagul | % Penurunan | |
| % Penurunan | 0.987 0.103 | | |
| % Penurunan | 0.940 0.221 | 0.983 0.118 | |

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value



Koefisien korelasi pada Tabel 4.7 Untuk variasi konsentrasi koagulan, diperoleh nilai sebesar 0,987, sedangkan nilai probabilitasnya 0,103. Nilai koefisien korelasi dari banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penyisihan konsentrasi Deterjen adalah kuat, dimana nilai koefisiennya mendekati 1. Hubungan kedua variable searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin banyak konsentrasi, maka persentase penurunan konsentrasi Deterjen akan meningkat. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal(H_0) dan menolak hipotesis alternative (H_1) karena nilai probabilitas (P) $>0,05$,

artinya ada korelasi antara banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan konsentrasi Deterjen.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.7 Untuk variasi konsentrasi koagulan dengan persentase penyisihan Deterjen pada pengolahan lanjutan (adsorpsi) diperoleh nilai sebesar 0,940, sedangkan nilai probabilitasnya 0,221. Nilai koefisien korelasi dari banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penyisihan konsentrasi Deterjen adalah kuat, dimana nilai koefisien mendekati 1. Hubungan kedua variable searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin banyak konsentrasi, maka persentase penurunan konsentrasi Deterjen akan meningkat. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternative (H_1) karena nilai probabilitas (P) $>0,05$, artinya ada korelasi antara banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan konsentrasi Deterjen pada pengolahan lanjutan (adsorpsi).

4.3.3.2 Analisis Korelasi antara konsentrasi koagulan terhadap % penurunan BOD pada proses adsorpsi menggunakan pre-treatment KFS

Analisis Korelasi untuk parameter BOD, pada proses adsorpsi menggunakan pre-treatment Koagulasi-flokulasi-sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Konsentrasi Koagulan Terhadap Persentase Penyisihan BOD (%) pada proses adsorpsi melalui pre-treatment KFS

| Correlations: Konsentrasi Koagulan, % Penurunan BOD KFS, % Penurunan BOD adsorpsi | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|
| | Konsentrasi Koagulan | % Penurunan |
| % Penurunan | 0.995 0.066 | |
| % Penurunan | 0.948 0.206 | 0.976 0.140 |

Dari table Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara konsentrasi kagulan terhadap persentase penurunan nilai BOD pada proses KFS sampai dengan proses adsorpsi. Nilai koefisien korelasi dari banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penyisihan nilai BOD adalah kuat, dimana nilai koefisiennya mendekati 1. Hubungan kedua variable searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin banyak konsentrasi, maka persentase penurunan nilai BOD akan meningkat. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternative (H_1) karena nilai probabilitas (P) $>0,05$, artinya ada korelasi antara banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan nilai BOD.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.8 Untuk variasi konsentrasi koagulan dengan persentase penyisihan BOD pada pengolahan lanjutan (adsorpsi) diperoleh nilai sebesar 0,984, sedangkan nilai probabilitasnya 0,206. Nilai koefisien korelasi dari banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penyisihan nilai Deterjen adalah kuat, dimana nilai koefisiennya mendekati 1. Hubungan kedua variable searah karna adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin banyak konsentrasi, maka persentase penurunan nilai BOD akan meningkat. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternative (H_1) karena nilai probabilitas (P) $>0,05$, artinya ada korelasi antara banyaknya konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan nilai BOD pada pengolahan lanjutan (adsorpsi).

4.4 Analisis Regresi Pada Saat Pretreatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

4.4.1 Analisis Regresi Penurunan Deterjen Pada Pretreatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

Analisa regresi dilakukan untuk melihat hubungan antara variable predictor dan variable respon dalam suatu penelitian. Pada analisa regresi terdapat beberapa parameter yang menjadi variaber predictor dan variable respon, diantaranya adalah :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R²) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas
- DF = Derajat bebas
- SS = Variasi residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistic Uji
- P = Nilai probabilitas

Analisa regresi hubungan antara konsentrasi koagulan terhadap penurunan parameter Deterjen pada proses Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi dapat dilihat pada table 4.9 berikut :

Tabel 4.10 Analisis Regresi Antara konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan nilai Deterjen pada pre-treatment KFS

| Regression Analysis: % Penurunan Deterjen KFS versus Konsentrasi Koagulan | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|------|-------|--|
| The regression equation is | | | | | |
| % Penurunan Deterjen KFS = 46.1 + 13.2 Konsentrasi Koagulan | | | | | |
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P | |
| Constant | 46.059 | 7.020 | 6.56 | 0.096 | |
| Konsentrasi Koagulan | 13.210 | 2.669 | 4.95 | 0.127 | |
| S = 3.77508 R-Sq = 96.1% R-Sq(adj) = 92.2% | | | | | |

Berdasarkan tabel 4.9 mengenai hubungan antara konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan konsentrasi Deterjen pada pre-treatment KFS, model regresi yang didapat yaitu $Y = 46,1 + 13,2 X_1$

Persamaan regresi pada Tabel 4.9 Y adalah persentase penyisihan Deterjen (%), X₁ adalah Koefisien regresi sebesar 13,2 untuk variasi konsentrasi menyatakan bahwa setiap penambahan konsentrasi sebesar 1 gr/l dalam

pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan Deterjen sebesar 13,2 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel konsentrasi koagulan bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.7 terlihat bahwa koefisien korelasi konsentrasi yang juga bertanda positif. Koefisien konsentrasi adalah 0,127. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF yaitu sebesar 1,00. Apabila nilai $VIF < 5$ maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 96,1 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Deterjen dipengaruhi oleh variasi konsentrasi koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*) sedangkan sisanya 3,9 % penurunan penyisihan detejen dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Pada analisa regresi juga dilakukan uji T untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t konsentrasi pada Tabel 4.9 adalah sebesar 4,95. Nilai probabilitas (P) konsentrasi pada Tabel 4.9 adalah 0,127. Kesimpulan yang diambil untuk variasi konsentrasi terhadap proses adsorpsi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T tabel dan nilai $P \geq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi konsentrasi koagulan berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan Deterjen.

4.4.2 Analisis Regresi Penurunan BOD Pada Pretreatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

Hasil uji regresi juga dilakukan pada parameter BOD yang digunakan untuk melihat hubungan antara variable predictor dan variable respon. Persentase penyisihan BOD pada pre-treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.10, sebagai berikut :

Tabel 4.11 Analisis Regresi Antara konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan nilai BOD pada Pre-treatment KFS

| Regression Analysis: % Penurunan BOD KFS versus Konsentrasi Koagulan | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|---------|------|-------|--|
| The regression equation is | | | | | |
| % Penurunan BOD KFS = 10.3 + 20.2 Konsentrasi Koagulan | | | | | |
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P | |
| Constant | 10.278 | 5.507 | 1.87 | 0.313 | |
| Konsentrasi Koagulan | 20.207 | 2.094 | 9.65 | 0.066 | |

terhadap persentase penurunan konsentrasi Deterjen pada pre-treatment KFS, model regresi yang didapat yaitu $Y = 4,74 + 15,0 X_1$

Persamaan regresi pada Tabel 4.10 Y adalah persentase penyisihan BOD (%), X_1 adalah Koefisien regresi sebesar 20,2 untuk variasi konsentrasi menyatakan bahwa setiap penambahan konsentrasi sebesar 1 gr/l dalam pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan BOD sebesar 20.2 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel konsentrasi koagulan bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.8 terlihat bahwa koefisien korelasi konsentrasi yang juga bertanda positif. Koefisien konsentrasi adalah 0,06. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF yaitu

sebesar 1,00. Apabila nilai VIF < 5 maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 98,9 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi konsentrasi koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*) sedangkan sisanya 1,1 % penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Pada analisa regresi dilakukan Uji T untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t konsentrasi pada Tabel 4.10 adalah sebesar 9,65. Nilai probabilitas (P) konsentrasi pada Tabel 4.10 adalah 0,06. Kesimpulan yang diambil untuk variasi konsentrasi terhadap proses adsorpsi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $> T$ tabel dan nilai $P \geq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi konsentrasi koagulan berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan nilai BOD.

4.4.3 Analisis Regresi Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

4.4.3.1 Analisis Regresi Parameter Deterjen Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

Hasil uji regresi juga harus dilakukan pada pengolahan lanjutan, yaitu pada proses adsorpsi. Persentase penyisihan Deterjen pada pengolahan lanjutan dapat dilihat pada Tabel 4.11, sebagai berikut:

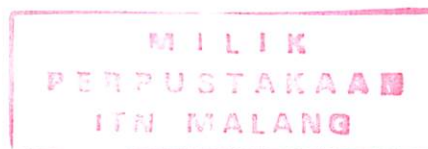
Tabel 4.12 Analisis Regresi Antara Konsentrasi Koagulan Terhadap Persentase Penurunan Nilai Deterjen Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment KFS

| Regression Analysis: % Penurunan Deterjen Adsorpsi versus Konsentrasi Koagulan | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-------|-------|--|
| The regression equation is | | | | | |
| % Penurunan Deterjen Adsorpsi = 8.03 + 23.6 Konsentrasi Koagulan | | | | | |
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P | |
| Constant | 8.027 | 4.395 | 1.83 | 0.319 | |
| Konsentrasi Koagulan | 23.635 | 1.671 | 14.14 | 0.045 | |
| S = 2.36309 R-Sq = 99.5% R-Sq(adj) = 99.0% | | | | | |

Berdasarkan tabel 4.11 mengenai hubungan Antara Konsentrasi Koagulan Terhadap Persentase Penurunan Nilai Deterjen Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment KFS, model regresi yang didapat yaitu : $Y = 8,03 + 23,6 X_1$
 Persamaan regresi pada Tabel 4.11 Y adalah persentase penyisihan Deterjen (%), X_1 adalah Koefisien regresi sebesar 23,6 untuk variasi konsentrasi menyatakan bahwa setiap penambahan konsentrasi sebesar 1 gr/l dalam pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan Deterjen sebesar 23,6 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel konsentrasi koagulan bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.7 terlihat bahwa koefisien korelasi konsentrasi yang juga bertanda positif. Koefisien konsentrasi adalah 0,045. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 99,5 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Deterjen



dipengaruhi oleh variasi konsentrasi koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*) sedangkan sisanya 0,5 % penurunan penyisihan deterjen dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 14,14$. Nilai t konsentrasi pada Tabel 4.11 adalah sebesar 0,045. Nilai probabilitas (P) konsentrasi pada Tabel 4.11 adalah 0,045. Kesimpulan yang diambil untuk variasi konsentrasi terhadap proses adsorpsi adalah menerima H_0 menolak H_1 , karena nilai T hitung $>$ T tabel dan nilai $P \leq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi tidak signifikan dimana variasi konsentrasi koagulan tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan Deterjen pada proses adsorpsi.

4.4.3.2 Analisis Regresi Parameter BOD Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

Analisa BOD pada pengolahan lanjutan memiliki fungsi yang sama yaitu melihat hubungan antara variabel respond dan prediktor. Hasil uji regresi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.12, sebagai berikut:

Tabel 4.13 Analisis Regresi Antara Konsentrasi Koagulan Terhadap Persentase Penurunan Nilai BOD Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment KFS

| Regression Analysis: % Penurunan BOD Adsorpsi versus Konsentrasi Koagulan | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|------|-------|--|
| The regression equation is | | | | | |
| % Penurunan BOD Adsorpsi = 21.2 + 10.7 Konsentrasi Koagulan | | | | | |
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P | |
| Constant | 21.231 | 9.417 | 2.25 | 0.266 | |
| Konsentrasi Koagulan | 10.679 | 3.581 | 2.98 | 0.206 | |
| S = 5.06403 R-Sq = 89.9% R-Sq(adj) = 79.8% | | | | | |

Berdasarkan tabel 4.12 mengenai hubungan Antara Konsentrasi Koagulan Terhadap Persentase Penurunan Nilai Deterjen Pada Adsorpsi Melalui Pre-Treatment KFS, model regresi yang didapat yaitu $Y = 21,2 + 10,7 X_1$

Persamaan regresi pada Tabel 4.12 Y adalah persentase penyisihan BOD (%), X_1 adalah Koefisien regresi sebesar 10,7 untuk variasi konsentrasi menyatakan bahwa setiap penambahan konsentrasi sebesar 1 gr/l dalam pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan Deterjen sebesar 10,7 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel konsentrasi koagulan bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.8 terlihat bahwa koefisien korelasi konsentrasi yang juga bertanda positif. Koefisien konsentrasi adalah 0,206. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 89,9 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi konsentrasi koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*) sedangkan sisanya 10,1 % penurunan penyisihan deterjen dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t konsentrasi pada Tabel 4.12 adalah sebesar 2,98. Nilai probabilitas (P) konsentrasi pada Tabel 4.12 adalah 0,206. Kesimpulan yang diambil untuk variasi kecepatan putaran flokulasi adalah menolak H_0 menerima H_1 , karena nilai T hitung > T tabel dan nilai $P \geq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi konsentrasi koagulan berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan BOD pada proses adsorpsi.

4.5 Analisis Varian (ANOVA) One-way

4.5.1 Analisa Varian (ANOVA) One Way Untuk Parameter Deterjen

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah ANOVA One Way. Kelebihan dari analisa ANOVA One Way adalah Pada analisis ini terdapat beberapa keterangan yang terdapat dalam table yaitu diantaranya :

| | | |
|-------|---|----------------------------------------------|
| DF | = | Derajat Bebas |
| SS | = | Variasi Residual |
| MS | = | Mean Square |
| F | = | Nilai Statistik Analisis |
| P | = | Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$) |
| N | = | Number |
| Mean | = | Nilai rata-rata |
| StDev | = | Standar Deviasi |

Hasil analisis untuk konsentrasi koagulan terhadap persentase penyisihan Deterjen pada proses pre-treatment dan pengolahan lanjutan dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.14 Hasil Uji ANOVA Persentase Penyisihan Deterjen Terhadap Konsentrasi Koagulan Pada Proses Pre-Treatment Dan Pengolahan Lanjutan

| One-way ANOVA: Konsentrasi Koagulan, % penurunan Dete, % penurunan Dete | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|-------|------|-------|-------|
| Source | DF | SS | MS | F | P |
| Factor | 2 | 10183 | 5092 | 20.53 | 0.002 |
| Error | 6 | 1488 | 248 | | |
| Total | 8 | 11672 | | | |

S = 15.75 R-Sq = 87.25% R-Sq(adj) = 83.00%

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F konsentrasi koagulan didapat $F_{(0,05,2,6)} = 5,14$. Nilai F hitung output konsentrasi koagulan adalah sebesar 20,53. Nilai probabilitas konsentrasi koagulan adalah 0,002.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi konsentrasi koagulan adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F Tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan Deterjen dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan persentase penyisihan Deterjen pada konsentrasi koagulan yang cukup besar.

4.5.2 Analisa Varian (ANOVA) One Way Untuk Parameter BOD

Analysis of Variance juga diterapkan pada parameter BOD. Hasil analisis untuk konsentrasi koagulan terhadap persentase penyisihan BOD pada proses pre-treatment dan pengolahan lanjutan dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini:

Tabel 4.14 Hasil Uji ANOVA Persentase Penyisihan BOD Terhadap Konsentrasi Koagulan Pada Proses Pre-Treatment Dan Pengolahan Lanjutan

| One-way ANOVA: Konsentrasi Koagulan, % penurunan BOD KFS, % Penurunan BOD Adsorpsi | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|------|-------|-------|
| Source | DF | SS | MS | F | P |
| Factor | 2 | 5628 | 2814 | 15.62 | 0.004 |
| Error | 6 | 1081 | 180 | | |
| Total | 8 | 6709 | | | |

S = 13.42 R-Sq = 83.88% R-Sq (adj) = 78.51%

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F konsentrasi koagulan didapat $F_{(0,05,2,6)} = 5,14$. Nilai F hitung output konsentrasi koagulan adalah sebesar 15,62. Nilai probabilitas konsentrasi koagulan adalah 0,004.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi konsentrasi koagulan adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F Tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan BOD dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan persentase penyisihan BOD pada konsentrasi koagulan yang cukup besar.

4.6 Pembahasan Penurunan Parameter *Deterjen*

Dalam penelitian ini menggunakan dua tahap pengolahan yaitu tahap pertama proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi dan tahap kedua proses adsorpsi. Masing-masing tahapan memiliki fungsi untuk menurunkan konsentrasi pencemar yang terkandung dalam air limbah pencucian kendaraan bermotor. Pada tahap koagulasi-flokulasi-sedimentasi, menggunakan koagulan alami Biji Kelor dimana tujuannya adalah untuk mengurangi stabilitas partikel-partikel penyebab tingginya konsentrasi Deterjen.

Dari hasil penelitian, didapatkan persentase penurunan Deterjen yang besar pada proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi, dengan koagulan 3,5 g/l (tabel 4.2 dan gambar 4.1). Persentase penurunan Deterjen tertinggi terdapat pada penggunaan koagulan 3,5 g/l sebesar 90,75%. Sedangkan persentase penurunan Deterjen terendah terdapat pada penggunaan koagulan 1,5 g/l sebesar 64,33%. Hal yang sama juga terjadi pada pengolahan lanjutannya, dimana adsorpsi dengan pre-treatment koagulasi-flokulasi-sedimentasi dengan konsentrasi koagulan 3,5 g/l lebih besar yaitu 91,71%, dan yang terendah terdapat pada adsorpsi dengan konsentrasi 1,5 g/l yaitu sebesar 44,44%.

Penurunan yang besar mulai tampak pada pre-treatment koagulasi-flokulasi-sedimentasi, karena pengikatan partikel pencemar mulai terjadi pada saat proses koagulasi. Pada proses koagulasi, koagulan alami Biji Kelor mengikat partikel-partikel pencemar dengan membentuk partikel flok. Serbuk Biji Kelor ketika diaduk dengan air, protein terlarutnya memiliki muatan positif, sedangkan muatan yang berada dalam air limbah bermuatan negatif, sehingga ion koagulan yang memiliki muatan serupa dengan muatan koloid akan ditolak, sebaliknya ion yang berbeda muatan akan ditarik. Prinsip perbedaan muatan antara koagulan dan koloid inilah yang menjadi dasar proses koagulasi. Semakin tinggi ion yang berbeda muatan semakin cepat terjadi proses penggabungan flok. Parameter Deterjen adalah

parameter bermuatan negatif (OH^-) sehingga jika diberi koagulan Biji Kelor, maka akan terikat dan bisa diserap dengan cepat (Z, Achmad. 2005).

Proses flokulasi bertujuan untuk menghasilkan gerakan air secara perlahan sehingga terjadi kontak antar partikel. Turbulensi yang terjadi akibat energi yang diberikan pada proses pengadukan, akan mendorong partikel-partikel yang berukuran kecil untuk membentuk gabungan partikel berukuran besar (Masduqi dan Slamet, 2002). Perbedaan konsentrasi penggunaan koagulan Biji Kelor memiliki pengaruh yang besar terhadap penurunan konsentrasi Deterjen pada limbah pencucian kendaraan bermotor. Selain itu, penggunaan koagulan Biji Kelor pada saat proses koagulasi terjadi proses netralisasi muatan dan adsorpsi sehingga konsentrasi deterjen mengalami penurunan yang signifikan (W, Harsari. 2006). Makroflok yang telah terbentuk akan mengendap perlahan pada bak sedimentasi.

Proses penyerapan juga terjadi pada pengolahan lanjutan oleh serbuk Tempurung Kelapa dimana terjadi penyerapan bahan organik (Deterjen) oleh permukaan karbon. Deterjen yang merupakan molekul organik yang *Non Biodegradable* akan ditarik oleh karbon aktif dan melekat pada permukaannya dengan kombinasi dari daya fisik kompleks dan reaksi kimia (Tinsley, 1979). Air limbah yang diolah adalah air limbah yang mengandung ALS. ALS adalah zat kimia yang merupakan zat karsinogenik yang sulit terdegradasi oleh bakteri. Pada proses adsorpsi Linier Alkil Sulfonat (ALS) dengan media Karbon aktif Tempurung Kelapa ini terjadi karena adanya gaya tarik antara molekul – molekul ALS yang terdapat dalam Deterjen dengan senyawa kimia yang terkandung dalam media Karbon aktif, yaitu berupa senyawa silika. Silika mampu mengadakan ikatan dengan Pencemar (ALS) sebagai akibat adanya gaya tarik elektrik, maka secara fisik Pencemar (ALS) ini akan terserap pada permukaan karbon aktif.

Perbandingan penyisihan Deterjen dengan penyisihan BOD, dapat diketahui bahwa presentase Deterjen menunjukkan angka yang lebih besar dari BOD. Penyisihan Deterjen yang tinggi menunjukkan optimumnya proses koagulasi pada

penelitian ini, yaitu saat pencampuran koagulan, sehingga partikel organik dan anorganik penyebab Deterjen yang memiliki muatan yang berbeda dalam jumlah besar mampu diikat secara optimum oleh koagulan dan selanjutnya diendapkan pada bak sedimentasi, lalu diserap oleh serbuk Tempurung Kelapa pada saat pengolahan lanjutan.

Korelasi pada saat Pre-treatment antara konsentrasi koagulan pada prosentase penurunan konsentrasi deterjen sangat kuat hal tersebut dapat ditunjukkan dengan nilai 0,987 pada analisa korelasi yang, artinya adalah besarnya penurunan Deterjen tergantung pada besarnya konsentrasi koagulan yang ditambahkan. Pada pengolahan lanjutan, nilai untuk analisa korelasi adalah 0,987 dan nilai probabilitasnya 0,103. Nilai koefisien yang mendekati 1 menandakan bahwa hubungan antara penurunan parameter Deterjen dengan penambahan konsentrasi adalah kuat. Kuatnya hubungan antara prosentase penurunan konsentrasi Deterjen dengan konsentrasi disebabkan penggunaan konsentrasi koagulan semakin memperkuat ikatan koagulan dengan partikel penyebab Deterjen sehingga terjadi penurunan Deterjen. Pada pengolahan lanjutan terjadi penurunan kembali karena adanya penyerapan oleh karbon aktif yang memiliki daya untuk menyerap pencemar. Karbon aktif yang memiliki pori – porinya terbuka, akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (internal surface), sehingga mempunyai daya serap yang baik (Amdani,khairul,2004)

Nilai positif pada person correlation menunjukkan hubungan searah. Hal ini diperkuat oleh koefisien regresi untuk konsentrasi koagulan sebesar 12,9 artinya setiap penambahan konsentrasi sebesar 1 g/l akan meningkatkan persentase penurunan Deterjen sebesar 12,9 % hal yang sama pun terjadi pada pengolahan lanjutan, dimana koefisien regresi untuk konsentrasi koagulan sebesar 13,4 %. Hal ini dikarenakan bahan aktif yang terkandung dalam koagulan Biji Kelor adalah protein kationik yang berlawanan dengan muatan yang kebanyakan terkandung dalam deterjen. Koagulan Biji Kelor ini yang mempunyai berat molekul sekitar 13 kDa dan nilai isoelektrik antara 10-11 (Ndabingengsere dkk,1995). Protein yang terkandung

dalam koagulan alami Biji Kelor bermuatan positif yang akan menarik muatan negatif pada partikel penyebab tingginya konsentrasi Deterjen pada limbah cair pencucian mobil (Takiyah Hoeman 1989). Adapun analisa regresi penambahan konsentrasi koagulan terhadap presentase penurunan konsentrasi Deterjen pada pre-treatment sampai adsorpsi sangat signifikan, hal ini ditunjukkan dengan nilai R square yang melebihi 50%.

Untuk memprediksi persentase penurunan Deterjen sebaiknya menitikberatkan pada konsentrasi koagulan baik pada pengolahan awal maupun pengolahan lanjutan, karena variabel ini mempunyai pengaruh dan korelasi yang kuat dalam persentase penurunan Deterjen. Hal ini diperkuat dengan hasil perhitungan pada uji ANOVA yang menunjukkan bahwa besarnya pengaruh variasi konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan Deterjen adalah sebesar 81,05%.

Dari penelitian yang dilakukan, terdapat dua perlakuan yaitu pengolahan awal (koagulasi-flokulasi-sedimentasi) dan pengolahan lanjutan (adsorpsi). Dalam pengolahan yang memiliki pre-treatment koagulasi-flokulasi-sedimentasi, terjadi penurunan limbah yang sangat signifikan pada konsentrasi koagulan 3 g/l mencapai 90,75%. Ada beberapa tahapan pada Pre-treatment yang mampu menurunkan nilai Deterjen limbah diantaranya pencampuran limbah dengan koagulan yang dapat mendukung terjadinya flok, proses pengadukan yang mengakibatkan tumbukan antar flok halus sehingga menjadi flok yang lebih besar, dan juga proses sedimentasi yang dapat mengendapkan flok yang telah terbentuk. Output dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi belum memenuhi baku mutu sehingga perlu diolah kembali dengan pengolahan lanjutan (adsorpsi), dan hasilnya memenuhi baku mutu dan air limbah sudah dapat dibuang ke badan air .

Pada proses adsorpsi pengolahan yang digunakan adalah adsorpsi dengan serbuk karbon aktif. Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Pada pengolahan lanjutan yang dilakukan, karbon yang digunakan adalah serbuk karbon Tempurung Kelapa. Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari

unsur karbon bebas dan masing- masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Dalam penelitian ini digunakan karbon aktif berbentuk serbuk, karena Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah (Oto Soemarwoto. 1986).

Hasil penyisihan kadar Deterjen limbah pencucian kendaraan bermotor dalam penelitian ini, yang dimulai dari pre-treatment Koagulasi-Flokulasi_sedimentasi sampai pada pengolahan lanjutan (adsorpsi) mencapai 753,33 mg/l atau sebesar 99% dengan konsentrasi optimum biokoagulan Biji Kelor sebesar 3,5 g/l . Hasil akhir yang didapat di pengolahan lanjutan yaitu sebesar 5,8 mg/l memenuhi Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 sebesar 10 mg/l. Oleh karena pengolahan ini bisa digunakan pada industri pencucian mobil.

4.7 Pembahasan Penurunan Biological Oxygen Demand (BOD)

Dari data hasil penelitian yang diperoleh pada table 4.3 dan gambar 4.3, menunjukkan bahwa, pre-treatment koagulasi-flokulasi-sedimentasi dengan penambahan koagulan Biji Kelor serta pengolahan lanjutan adsorpsi dengan pemanfaatan karbon aktif Tempurung Kelapa dapat menurunkan nilai BOD dalam air limbah pencucian mobil.

Dari hasil penelitian, didapatkan persentase penurunan BOD yang besar pada proses Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi , dengan koagulan 3,5 g/l (tabel 4.3 dan gambar 4.3). Persentase penurunan BOD tertinggi terdapat pada penambahan koagulan 3,5 g/l sebesar 82,2%. Sedangkan persentase penurunan BOD terendah terdapat pada penambahan koagulan 1,5 g/l sebesar 41,79%. Hal yang sama juga

terjadi pada pengolahan lanjutannya, dimana adsorpsi dengan pre-treatment KFS dengan konsentrasi koagulan 3,5 g/l lebih besar yaitu 60,67%, dan yang terendah terdapat pada adsorpsi dengan konsentrasi 1,5 g/l yaitu 39,31%.

Hasi penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi koagulan Biji Kelor maka semakin besar pula penurunan nilai BOD dalam air limbah pencucian mobil. Partikel organik penyebab BOD diikat oleh koagulan berdasarkan sifat elektrostatis dimana muatan partikel organik yang bersifat negatif mampu diikat oleh polimer yang bersifat positif yang terkandung dalam Biji Kelor. Hal ini disebabkan kandungan yang terdapat pada Biji Kelor mampu menetralsasi muatan koloid dan mengadsorpsi bahan pencemar (Ndabingensere dkk,1995). Faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan nilai BOD pada pre-treatment koagulasi-flokulasi-sedimentasi air limbah pencucian mobil diantaranya adalah pH, temperatur, waktu detensi flokulasi, waktu detensi sedimentasi, serta komposisi dan konsentrasi kation dan anion yang terkandung dalam air limbah (Susilowati,2005).

Penurunan nilai BOD pada proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi menggunakan prinsip yang sama dengan deterjen yaitu menggunakan prinsip perbedaan muatan antara air limbah dan pencemar yang terkandung didalamnya. Kandungan BOD yang tinggi didalam air limbah dikarenakan terdapat banyak bahan organik *biodegradable* yang akan mempengaruhi pemakaian oksigen dalam air oleh mikroorganisme pendegradasi. Hal inilah yang akan menyebabkan BOD dalam air tinggi (Wisnu Wardana.2008)

Penurunan nilai BOD juga terjadi saat pengolahan lanjutan. Pada proses adsorpsi pengolahan yang digunakan adalah adsorpsi dengan serbuk karbon aktif. Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Pada pengolahan lanjutan yang dilakukan, karbon yang digunakan adalah serbuk karbon Tempurung Kelapa. Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing- masing berikatan secara kovalen (Oto Soemarwoto. 1986).

Untuk memprediksi penurunan konsentrasi BOD selanjutnya dapat digunakan persamaan regresi (terdapat hubungan linier antara variabel respon dan prediktor). Dimana untuk memprediksi persentase penurunan BOD sebaiknya menitikberatkan pada konsentrasi koagulan baik pada pengolahan awal maupun pengolahan lanjutan, karena variabel ini mempunyai pengaruh dan korelasi yang kuat dalam persentase penurunan BOD. Hal ini diperkuat dengan hasil perhitungan pada uji ANOVA yang menunjukkan bahwa besarnya pengaruh variasi konsentrasi koagulan terhadap persentase penurunan BOD adalah sebesar 83,75%.

Selain proses penambahan koagulan pada pre-treatment dan adsorben pada pengolahan lanjutan, nilai BOD dalam air juga dipengaruhi oleh proses lain yaitu pengadukan baik pada proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi maupun pada proses adsorpsi. Pada pengolahan awal, proses pengadukan yang dilakukan menyebabkan oksigen dari luar dapat masuk dalam air sehingga meningkatkan nilai oksigen dalam air. Hal yang sama pun terjadi pada proses pengolahan lanjutan dimana pengadukan menggunakan jar test sehingga oksigen yang tercampur perlahan-lahan dapat menaikkan kadar DO dan menurunkan nilai BOD dalam air (Suryadarma, Efraim. 2009).

Dari penelitian yang dilakukan, terdapat dua perlakuan yaitu pengolahan awal (koagulasi-flokulasi-sedimentasi) dan pengolahan lanjutan (adsorpsi). Dalam pengolahan koagulasi-flokulasi-sedimentasi, terjadi penurunan limbah yang sangat signifikan mencapai 82,2%. Ada beberapa tahapan pada Pre-treatment yang mampu menurunkan nilai BOD limbah diantaranya pencampuran limbah dengan koagulan yang dapat mendukung terjadinya flok, proses pengadukan yang mengakibatkan tumbukan antar flok halus sehingga menjadi flok yang lebih besar, dan juga proses sedimentasi yang dapat mengendapkan flok yang telah terbentuk. Output dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi memenuhi baku mutu namun masih tinggi karena berada diatas 50% dari baku mutu yang ada. Bila limbah diolah kembali dengan pengolahan lanjutan (adsorpsi), air limbah sudah dapat dibuang ke badan air karena

mengalami penurunan kembali hingga 60,67% dan hasilnya sudah berada dibawah 50% dari standar limbah yang ada.

Hasil penyisihan kadar BOD limbah pencucian kendaraan bermotor dalam penelitian ini, yang dimulai dari pre-treatment Koagulasi-Flokulasi-sedimentasi sampai pada pengolahan lanjutan (adsorpsi) mencapai 324 mg/l atau sebesar 93,01% dengan konsentrasi optimum biokoagulan Biji Kelor sebesar 3,5 g/l . Hasil akhir yang didapat di pengolahan lanjutan yaitu sebesar 42 mg/l memenuhi Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 sebesar 100 mg/l. Oleh karena itu pengolahan ini bisa digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah pada industri pencucian mobil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa rangkaian pengolahan dari koagulasi-flokulasi-sedimentasi sampai pada adsorpsi sangat efektif dalam menurunkan kadar BOD dan Deterjen. Biokoagulan Biji Kelor mampu menurunkan BOD sebesar 93,01% dan Deterjen sebesar 99% pada limbah cair pencucian mobil . Persentase penurunan tertinggi terjadi pada proses adsorpsi dengan perlakuan konsentrasi koagulan 3,5 g/l melalui pretreatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi.

Kadar akhir yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan memperbesar berat adsorben untuk meningkatkan efisiensi penurunan BOD dan Deterjen dan juga penelitian lanjutan untuk menurunkan parameter lain pada limbah cair pencucian mobil.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan masukan bagi sistem pengolahan limbah cair di tempat pencucian mobil Auto Bridal, Malang dimana proses pengolahan limbah dengan metode koagulasi-flokulasi-sedimentasi menggunakan koagulan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) yang dilanjutkan dengan proses adsorpsi menggunakan serbuk tempurung kelapa dapat dijadikan alternatif pengolahan utama, karena effluen yang dihasilkan berada di bawah baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, S.S. 1984. **Metoda Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.
- Anonim. 2002. **Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002, Tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya Di Jawa Timur**. Bapedal Propinsi Jawa Timur.
- Amdani, Khairul. 2004. **Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi/Flokulasi dan Sedimentasi Limbah Cair Industri Pencucian Jeans**. Tesis Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Atta, Agustina. 2006. **Penggunaan Tanah Halosit Sebagai Koagulan Pada Proses Penurunan Konsentrasi PO₄, COD dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Rumah Tangga**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Bellen,Sofian. 2012. **Penggunaan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Cod Dan Tss Pada Limbah Industri Penyamakan Kulit (Studi Kasus : Pt. Usaha Loka Kulit, Malang)**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Bhattacharya,PK. 1984. **Water Power Engineering**. Omkar Composing Agency, Delhi

- Harsari, Ik Wahyuni. 2006. **Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Dalam Proses Penurunan Kekeruhan Dan Kandungan Organik Limbah Cair Industri Tempe**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Hestriati. 2009. **Moringa oleifera (Biji kelor)** <http://mylutfi.wordpress.com/tag/apotek.hidup>. Diakses 8 juli 2012 pukul 20.00.
- Hoeman, Takiyah. 1989. **Utilization of Moringa Oleifera Seeds For Treatment Of Industrial Waste Water**. BPTTG-LIPI, Subang
- Iriawan, N dan Astuti, S.P. 2006. **Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Andi. Yogyakarta.
- Indraguna, Henry, dkk. 2007. **Standart Operating Procedure (SOP) The Auto Bridal**. Jakarta : the Auto Bridal Indonesia.
- Khasanah, Uswatun. 2008. **Efektifitas Biji Kelor (Moringa Oleifera, LAMK) sebagai Koagulan Fosfat dalam Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Kasus di RSUD dr. Saiful Anwar Malang)**. Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malang.
- Kumalasari, Feti. 2011. **Teknik Praktis Mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih**. Bandung: Laskar Aksara
- Kuniadie, Denny. 2011. **Teknologi Pengolahan Limbah Cair secara Biologis**. Bandung : Widya Padjadjaran.
- Masduqi, A dan Agus, S. 2002. **Satuan Operasi**. Jurusan Teknik Lingkungan – FTSP – ITS.

Mawardin. 2011. Kajian Waktu Operasional Terhadap Penurunan Detergen Dan Minyak Lemak Pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor Dengan Reaktor Aerokarbonbiofilter. Skripsi Jurusan Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Muharto, Hendrawan Santoso dan Daniel (2004). Penurunan Kadar Deterjen Dalam Air Minum dengan Menggunakan Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*). Jurnal Purifikasi. Volume 5. Nomor 2. Halaman 91 – 96.

Nilasari,D. 2006. Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Slow Sand Filter Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan COD Air Sungai. Skripsi Jurusan Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Soemarwoto,Otto.1986.Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri. Rajawaly. Jakarta

Rahayu, Restu. 2011. Kajian Potensi Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Koagulan. Skripsi Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Rambe, Ahmad. 2009. Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil. Tesis Program Studi Teknik Kimia, Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.

Reynolds, T. D. 1982. Unit Operations And Processes In Environmental Engineering. Wadsworth, Inc., Belmont, California.

Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Suryadarma, Efraiam. 2009. **Uji Kemampuan Bentuk *impeller* (gayung pengaduk) dalam pemcapaian proses koagulasi flokulasi (studi kasus dalam penurunan TSS dan BOD).** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional, Malang.

Susilowati (2005). **Studi Pengolahan Lindi LPA Benowo Dengan Menggunakan Koagulan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) dan Membran Mikrofiltrasi.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. ITS, Surabaya.

Sutrisno, C.Totok. (2002). **Teknologi Penyediaan Air Bersih.** Rineka Cipta. Jakarta.

Wahyuni, Ika. 2006. ***Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Dalam Proses Penurunan Kekeruhan Dan Kandungan Organik Limbah Cair Industri Tempe.*** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional, Malang.

**LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI**

Nama (NIM) : Elisabeth Ratna (08.26.002)

Pembimbing : Sudiro, ST. MT

| No | Tanggal | Catatan / Keterangan | Tanda Tangan |
|----|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| | 20 Juni 2012 | Menyempit di project. = Subur dan Subur dan Sub. Sub. Sub. Sub. di perbaiki. = Analisa kondisi di perbaiki. | |
| | 29 Juni 2012 | = perbaiki buku tulis - layout perbaiki. | |
| | 02 Juli 2012 | = pembahasan di perbaiki ay Statement sebagai alih hak dan fenomena. | |
| | 5 Juli 2012 | - Perbaiki pembahasan, perbaiki tata bahasa, hilangkan pengulangan kalimat - urutkan dari pengolahan awal lalu pengolahan lanjutannya. | |
| | 09 Juli 2012 | → perbaiki. | |
| | 16 Juli 2012 | → Seminar. | |



LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama (NIM) : Elisabeth Ratna (08.26.002)

Pembimbing : Anis Artiyani, ST. MT

| No | Tanggal | Catatan / Keterangan | Tanda Tangan |
|----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | 25-06-'12. | 1. KM isi > makri : hujatan BAB I 2. Preeksional EM parameter. | |
| 2 | 26-06-'12 | literatur diperbaiki BAB II | |
| 3 | 27-06-'12. | BAB I ACC. BAB II ACC → Reeksional. BAB III → Reeksional gambar BAB IV lanjutkan | |
| 4 | 28-06-12. | BAB IV, Perbaiki BAB III ACC. | |
| 5 | 10-7-2012 | BAB IV ACC | |
| 6 | 16-7-2012 | BAB V ACC Susun laporan | |
| 7 | 23-7-2012 | Ulang ACC. | |

PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : ELIZABETH RATNA

NIM : 0826002

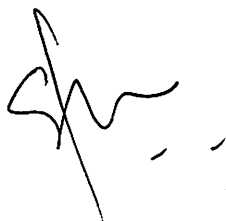
yang dilaksanakan pada : **Rabu, 11 Agustus 2012**

dengan Judul Skripsi :

Aplikasi Adsorpsi dengan Serbuk Arang Tempurung Kelapa dan Pretreatment Koagulasi Flokulasi Sedimentasi dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil Jl. Bondowoso-Malang

dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *cek kembali dosen*
2. *konsep teori awal & rumusan masalah*
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

ARC revisi 31/12/12
B


Malang, 11 ^{Ag} 2012
Dosen Penguji


Evy H

PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : ELIZABETH RATNA

NIM : 0826002

yang dilaksanakan pada : **Rabu, 11 Agustus 2012**

dengan Judul Skripsi :

Aplikasi Adsorpsi dengan Serbuk Arang Tempurung Kelapa dan Pretreatment Koagulasi Flokulasi Sedimentasi dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil Jl. Bondowoso-Malang

dengan perbaikan sebagai berikut :

- ① Redaksional cek lagi
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Malang 11-8-2012
Dosen Penguji

Candra Wiratna

Acc


24/9 2012

Candra

LAMPIRAN A
HASIL ANALISIS PENELITIAN



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JLN. VETERAN TELP. (0341) 575838 MALANG
65145**

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP. 518/RT.5/T.1/R.O/TT.220811/2012

Data Konsumen

Nama Konsumen : Elisabeth Ratna
Instansi : -
Alamat : Jln. Bendungan Bening no. 49
Telepon : 085253507778
Status : Mahasiswi FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang
Keperluan Analisis : Uji Kualitas deterjen dan BOD limbah pencucian kendaraan bermotor

Tanggal Terima Sampel : 7 juni 2012

Data Hasil Analisa

| Parameter | Satuan | Hasil | Metode Analisa |
|-----------|--------|-------|------------------|
| Deterjen | mg/l | 757 | Spektrofotometer |
| BOD | mg/l | 386 | Winkler |

Catatan :

Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.

Malang, 7 juni 2012
Kalab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS.
NIP. 19600504 198603 1 003

NIP. 19630404 198701 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA

JLN. VETERAN TELP. (0341) 575838 MALANG

65145

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP. 518/RT.5/TT.1/R.O/TT.220811/2012

Data Konsumen

Nama Konsumen : Elisabeth Ratna
Instansi : -
Alamat : Jln. Bendungan Bening no. 49
Telepon : 085253507778
Status : Mahasiswi FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang
Keperluan Analisis : Uji Kualitas Deterjen dan BOD limbah pencucian mobil
Tanggal Terima Sampel : 7 juni 2012

Hasil analisis Awal

| Parameter | Satuan | Hasil | Metode Analisa |
|----------------------|---------------|--------------|-------------------------|
| Deterjen Awal | mg/l | 779 | Spektrofotometer |
| | | 735 | |
| | | 758 | |
| BOD Awal | mg/l | 392 | Winkler |
| | | 357 | |
| | | 410 | |

Hasil Analisa Setelah Diberi Perlakuan

| Parameter | Metode | Kode | Hasil (Mg/L) | Standar Baku Mutu | Metode Analisa |
|-----------|---------------------------------|----------|--------------|-------------------|------------------|
| Deterjen | Koagulasi-flokulasi-sedimentasi | D1,5-I | 273 | 10 | Spektrofotometer |
| | | D1,5-II | 240 | | |
| | | D1,5-III | 279 | | |
| | | D2,5-I | 120 | | |
| | | D2,5-II | 133 | | |
| | | D2,5-III | 152 | | |
| | | D3,5-I | 60 | | |
| | | D3,5-II | 75 | | |
| | | D3,5-III | 75 | | |
| | Adsorpsi | 1,5-I | 130 | | |
| | | 1,5-II | 198 | | |
| | | 1,5-III | 122 | | |
| | | 2,5-I | 52 | | |
| | | 2,5-II | 45 | | |
| | | 2,5-III | 44 | | |
| | | 3,5-I | 4 | | |
| | | 3,5-II | 8,2 | | |
| | | 3,5-III | 5,2 | | |
| BOD | KOAGULASI-FLOKULASI-SEDIMENTASI | D1,5-I | 222 | 100 | Winkler |
| | | D1,5-II | 233 | | |
| | | D1,5-III | 217 | | |
| | | D2,5-I | 190 | | |
| | | D2,5-II | 133 | | |
| | | D2,5-III | 158,8 | | |
| | | D3,5-I | 90 | | |
| | | D3,5-II | 60 | | |

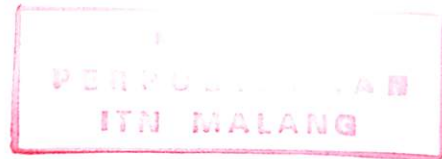
| Parameter | Metode | Kode | Hasil (Mg/L) | Standar Baku Mutu | Metode Analisa |
|-----------|----------|----------|--------------|-------------------|----------------|
| | | D3,5-III | 55,98 | | |
| | ADSORBSI | 1,5-I | 110 | | |
| | | 1,5-II | 149 | | |
| | | 1,5-III | 149,99 | | |
| | | 2,5- I | 70 | | |
| | | 2,5-II | 102,9 | | |
| | | 2,5-III | 98 | | |
| | | 3,5-I | 23 | | |
| | | 3,5-II | 34 | | |
| | | 3,5-III | 24 | | |

LAMPIRAN B
METODE ANALISIS SAMPEL

PROSEDUR PERCOBAAN ANALISIS DETERGEN

Bahan

1. Larutan Biru Metilen
2. Larutan Indikator Fenolftalien
3. NaOH 1 N
4. H₂SO₄ 1 N dan 6 N
5. Na₂SO₄ Anhidrat
6. Aquades.



Alat

1. Corong Pisah 2 bh
2. Spektrofometer
3. Beaker glass 80 ml dan 500 ml
4. Gelas ukur 25 ml dan 100ml
5. Corong 2 bh
6. Kuvet Spektro
7. Pipet tetes
8. Spatula 1 bh
9. Statip 4 bh

Cara Kerja

1. Masukkan sampel 100 ml ke dalam corong pisah. Agar netral tambahkan 2-3 tetes indikator fenolftalien dan NaOH 1N sampai warna larutan merah muda
2. Tambahkan H₂SO₄ sampai warnanya hilang
3. Tambahkan 25 ml larutan metilen biru.
4. Ekstraksi larutan dengan 10 ml CH₂Cl₂ (diklrometan) biarkan selama 30 detik. Biarkan terjadi pemisahan fase. Goyang perlahan, apabila terbentuk emulsi tambahkan isopropyl alkohol
5. Pisahkan lapisan bawah (CH₂Cl₂) dan lakukan ekstraksi dengan menggunakan kertas saring dan Na₂SO₄ anhidrat
6. Lakukan ekstraksi sebanyak 3 kali dan gabungkan hasil ekstraksi
7. Perlakukan blanko seperti langkah 1-6

8. Masukkan larutan sampel dan blanko kedalam kuvet, baca pada panjang gelombang 652 nm.

B. Metode Analisis *Biological Oxygen Demand* (BOD)

1. Metode

Titrimetri

2. Prinsip

Pengukuran BOD dilakukan dengan menempatkan sampel pada botol winkler 300 ml kemudian diinkubasi pada temperatur 25°C selama lima hari. Setelah itu perbedaan konsentrasi DO (oksigen terlarut) pada akhir dan semula dihitung

3. Alat-alat

- a. *Buret dan statip*
- b. *Erlenmeyer*
- c. Pipet
- d. Gelas ukur
- e. Inkubator
- f. Botol winkler

4. Pereaksi

1. Larutan $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Mangan Sulfat)
2. Larutan Alkali-Iodida-Azida
3. Indikator Amylum 0,5 %
4. H_2SO_4 (Asam Sulfat)
5. Larutan Tio Sulfat

4. Cara Kerja

A. DO₀

- a. Isi botol winkler dengan sampel air limbah yang telah diencerkan dengan aquades hingga penuh..
- b. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat dengan pipet di bawah permukaan air limbah.
- c. Tambahkan 2 ml larutan alkali-iodida-azida.
- d. Botol ditutup, dikocok dengan membolak-blik beberapa kali.
- e. Biarkan 10 menit, kemudian buang 100 ml larutan jernih.
- f. Tambahkan 2 ml asam sulfat, kocok kemudian pindahkan ke *erlenmeyer*.
- g. Titrasi dengan larutan tio sulfat hingga warna kuning muda.
- h. Tambahkan 2 ml indikator amylum sampai timbul warna biru.
- i. Titrasi dengan tio sulfat sampai warna biru hilang pertama kali kemudian catat volume yang tertera pada buret.

B. DO_s

- a. Isi botol winkler dengan sampel air limbah yang telah diencerkan dengan aquades hingga penuh..
- b. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat dengan pipet di bawah permukaan air limbah.
- c. Tambahkan 2 ml larutan alkali-iodida-azida.
- d. Botol ditutup, dikocok dengan membolak-blik beberapa kali kemudian biarkan 10 menit.
- e. Botol diinkubasi pada suhu 25°C selama 5 hari.
- f. kemudian buang 100 ml larutan jernih.
- g. Tambahkan 2 ml asam sulfat, kocok kemudian pindahkan ke *erlenmeyer*.
- h. Titrasi dengan larutan tio sulfat hingga warna kuning muda.
- i. Tambahkan 2 ml indikator amylum sampai timbul warna biru.
- j. Titrasi dengan tio sulfat sampai warna biru hilang pertama kali kemudian catat volume yang tertera pada buret.

$$\text{DO (mg/l)} = \frac{axnx8000}{V - 4}$$

$$\text{BOD (mg/l)} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

(Petunjuk Praktikum Laboratorium Lingkungan, 2008)

LAMPIRAN C
BAKU MUTU



GUBERNUR JAWA TIMUR

KEPUTUSAN

GUBERNUR JAWA TIMUR

NOMOR 45 TAHUN 2002

TENTANG

BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI INDUSTRI ATAU KEGIATAN
USAHA LAINNYA DI JAWA TIMUR

GUBERNUR JAWA TIMUR

- nimbang: a. Bahwa air sebagai sumber daya alam harus dapat dimanfaatkan untuk memenuhi hajat hidup orang banyak, oleh karena itu perlu dipelihara kualitas, kuantitas dan kontinuitasnya agar tetap bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.
- b. Bahwa sehubungan dengan maksud tersebut pada huruf a, maka perlu ditetapkan Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, dengan Keputusan Gubernur Jawa Timur.
- mingkat :
1. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan;
 2. Undang - Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian
 3. Undang - Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup ;
 4. Undang - Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah ;
 5. Peraturan Pemerintah Nomor 25 tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Pemerintah Propinsi

6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air;
7. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-51/MENLH/10 / 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri;
8. Peraturan Daerah Propinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2000 tentang Pengendalian Pencemaran Air di Propinsi Jawa Timur
9. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 14 Tahun 2000 tentang Pengambilan Sample Air di Propinsi Jawa Timur
10. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 28 Tahun 2000 tentang Petunjuk Pelaksanaan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2000 tentang Pengendalian Pencemaran Air di Propinsi Jawa Timur
11. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 29 Tahun 2000 tentang Tata Cara Perijinan Pembuangan Limbah Cair ke Sumber-sumber Air di Propinsi Jawa Timur

menetapkan : **KEPUTUSAN GUBERNUR JAWA TIMUR TENTANG BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI INDUSTRI ATAU KEGIATAN USAHA LAINNYA DI PROPINSI JAWA TIMUR.**

Pasal 1

lam keputusan ini yang dimaksud dengan :

- Gubernur adalah Gubernur Propinsi Jawa Timur
- Pejabat Berwenang adalah Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Propinsi Jawa Timur dan Bupati / Walikota di Jawa Timur
- Dinas Perindustrian dan Perdagangan adalah Dinas Perindustrian dan Perdagangan Propinsi Jawa Timur
- Bupati / Walikota adalah Bupati / Walikota di Jawa Timur
- Penanggung Jawab Kegiatan adalah pengusaha atau pemilik perusahaan industri atau kegiatan usaha lainnya yang bersangkutan
- Laboratorium yang ditunjuk adalah laboratorium lingkungan rujukan yang ditunjuk oleh Gubernur Jawa Timur
- Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan/atau barang jadi menjadi...

dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri. Industri terpadu adalah dua atau lebih jenis industri yang terletak pada satu atau lain lokasi dan instalasi pengolahan limbahnya dijadikan satu.

Kegiatan Usaha Lainnya adalah kegiatan ekonomi diluar kegiatan industri yaitu peternakan sapi perah, peternakan babi, rumah polong hewan, pencucian kendaraan bermotor dan kegiatan ekonomi lainnya yang dalam melaksanakan usahanya menghasilkan limbah cair.

Limbah Cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri atau kegiatan usaha lainnya yang dibuang ke lingkungan yang diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Mutu Limbah Cair adalah keadaan limbah cair yang dinyatakan dengan volume dan kadar pencemaran.

Baku Mutu Limbah Cair adalah batas maksimal yang tidak boleh dilampaui dari limbah cair tentang volume limbah per satuan produk atau per satuan bahan baku, kadar zat pencemar.

Kadar Zat Pencemar adalah jumlah berat zat pencemar dalam volume limbah cair tertentu yang dinyatakan dalam satuan mg/l.

Beban Pencemaran adalah jumlah berat zat pencemar yang dihasilkan seliap berat atau volume pembuatan produk tertentu, atau seliap berat atau volume penggunaan bahan baku tertentu yang merupakan hasil perkalian dari volume limbah cair dikalikan kadar zat pencemar.

Air Kelas Satu adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air Kelas Dua adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air Kelas Tiga adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air Kelas Empat adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pasal 2

dengan Keputusan ini ditetapkan Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur

Pasal 3

Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau kegiatan Usaha lainnya sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 terdiri dari :

1. Pulp dan Kertas
2. Kertas
3. Ethanol
4. Mono Sodium Glutamat (MSG) dan Lysine
5. Gula
6. Electroplating
7. Penyamakan Kulit
8. Caustic Soda
9. Karet
10. Tekstil
11. Pupuk Urea, Pupuk Nitrogen, Pupuk ZA dan Amoniak
12. Pupuk Fosfat, Pupuk Majemuk NPK dan Asam Fosfat
13. Accumulator (Baterai Basah)
14. Baterai Kering
15. Cat
16. Pestisida
17. Kayu Lapis
18. Asam Citrat
19. Peternakan Sapi Perah dan Babi
20. Rumah Potong Hewan
21. Minyak Kelapa Sawit
22. Minyak Nabati, Sabun/Detergent
23. Pengalengan/Pengolahan Ikan
24. Cold Storage
25. Bir
26. Susu
27. Minuman ringan
28. Pengupasan Biji Kopi / Coklat
29. Kembang Gula
30. Mie dan Krupuk
31. Tahu dan Kecap / Tempe

- ff. Pengolahan Buah dan Sayuran
- gg. Tapioka
- hh. Farmasi
- ii. Pengilangan Minyak Bumi
- jj. Inosine Mono Phospat (IMP)
- kk. Pengolahan Daging
- ll. Karton Box
- mm. Sorbitol
- nn. Penyulingan Pelumas Bekas
- oo. Keramik
- pp. Bleaching earth (Tanah Pémucat)
- qq. Peleburan Tembaga
- rr. Waterglass (Sodium Silikat)
- ss. Galvanis, Perabotan Enamel dan Logam dengan pembersihan karat (Pickling)
- tt. Tepung Ikan
- uu. Agar - agar
- vv. Pencucian Kendaraan Bermotor
- ww. Korek Api
- xx. Industri Saos
- yy. Tepung Silica

Ditetapkan sebagaimana tersebut Lampiran I Keputusan ini.

-) Untuk industri atau kegiatan usaha lainnya diluar yang tersebut dalam Lampiran I, Baku Mutu Limbah Cairnya ditetapkan sebagaimana dalam Lampiran II.

Pasal 4

-) Dalam memberikan ijin pembuangan limbah cair ditetapkan kadar maksimum bagi setiap parameter dan volume limbah cair yang tidak boleh dilampaui setiap saat dengan memperhitungkan kemampuan daya tampung badan air serta tidak mengakibatkan penurunan kualitas badan air sesuai dengan peruntukannya.
- 2) Penetapan volume limbah cair maksimum tersebut pada ayat (1) pasal ini didasarkan pada produksi bulanan senyatanya dari industri atau kegiatan usaha yang bersangkutan.

Perhitungan volume limbah cair maksimum dan beban pencemaran maksimum ditetapkan sebagaimana dimaksud dalam Lampiran III.

Pasal 5

Industri atau kegiatan usaha lainnya diluar yang tersebut dalam Lampiran I dalam pembuangan limbah cair ke badan air berlaku ketentuan sebagai berikut:

- Kelompok I : yaitu limbah cair yang dibuang kedalam air Kelas I
- Kelompok II : yaitu limbah cair yang dibuang kedalam air Kelas II
- Kelompok III : yaitu limbah cair yang dibuang kedalam air Kelas III
- Kelompok IV : yaitu limbah cair yang dibuang kedalam air Kelas IV

Pasal 6

Pengambilan contoh limbah cair dilakukan petugas yang mempunyai ^{Surat Keterangan} sertifikat pengambilan contoh uji dibawah koordinasi instansi yang berwenang dengan melibatkan Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Bupati/Walikota dan pemeriksaan kualitas dilakukan oleh laboratorium yang ditunjuk oleh Gubernur sekurang-kurangnya satu kali dalam sebulan atas biaya penanggung jawab kegiatan.

Hasil pemeriksaan kualitas limbah cair tersebut pada ayat 1 disampaikan kepada Gubernur dan pejabat yang berwenang yang bertanggung jawab dibidang pengendalian pencemaran.

Pasal 7

Setiap penanggung jawab kegiatan diwajibkan memasang peralatan meter air pembuangan limbah cair yang dapat mencatat jumlah aliran limbah cair yang sudah ditera oleh pejabat yang berwenang serta melakukan pencatatan debit aliran pembuangan limbah cair harian.

Catatan debit aliran pembuangan limbah cair sebagaimana dimaksud pada ayat 1 disampaikan kepada pejabat berwenang yang bertanggung jawab dibidang pengendalian pencemaran sekurang-kurangnya satu kali dalam satu bulan.

Pasal 8

Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya yang tercantum dalam ketentuan sebagaimana dimaksud dalam pasal 3 dan ditetapkan lebih lanjut oleh Gubernur.

Pasal 9

Mutu Limbah Cair ini merupakan ketentuan yang harus dicantumkan dalam pemberian ijin dimaksud dalam pasal 4.

Pasal 10

Dengan berlakunya Keputusan ini, Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur tanggal 21 Nopember 1994 Nomor 136 tahun 1994 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur dinyatakan tidak berlaku.

Baku Mutu Limbah Cair ini akan ditinjau kembali paling lambat 5 (lima) tahun sejak tanggal ditetapkan.

Pasal 11

- Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.
- Keputusan ini diumumkan dalam Lembaran Daerah Propinsi Jawa Timur.

Ditetapkan di Surabaya
Pada Tanggal : 17 Juni 2002



GUBERNUR JAWA TIMUR

Imam Utomo
IMAM UTOMO. S

KEPUTUSAN GUBERNUR JAWA TIMUR NOMOR 45 TAHUN 2002
TENTANG BAKU MUTU LIMBAH CAIR INDUSTRI
DAN KEGIATAN USAHA LAINNYA

| BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum Per Satuan Produk 1,5 m ³ / Kendaraan Besar 0,5 m ³ / Kendaraan Kecil 0,1 m ³ / Sepeda Motor | |
| Parameter | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD ₅ | 100 |
| COD | 250 |
| TSS | 100 |
| Minyak dan Lemak | 10 |
| MBAS (Detergent) | 10 |
| Fosfat (sebagai P ₂ O ₄) | 10 |
| pH | 6 – 9 |

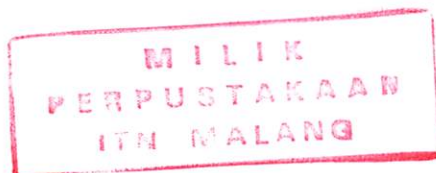
Keterangan :

Kendaraan Besar adalah : Jenis Truk, Bus, Trailer, dsb

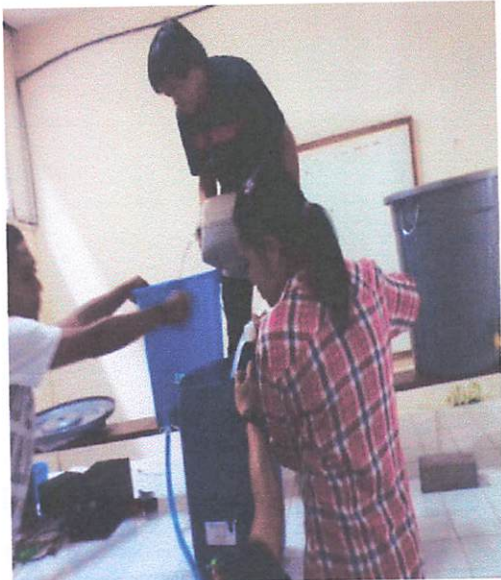
Kendaraan Kecil adalah : Jenis Sedan, Mini Bus, Pickup, Jeep, Station Wagon, dsb

Sepeda Motor adalah : Jenis Sepeda Motor dan Skuter

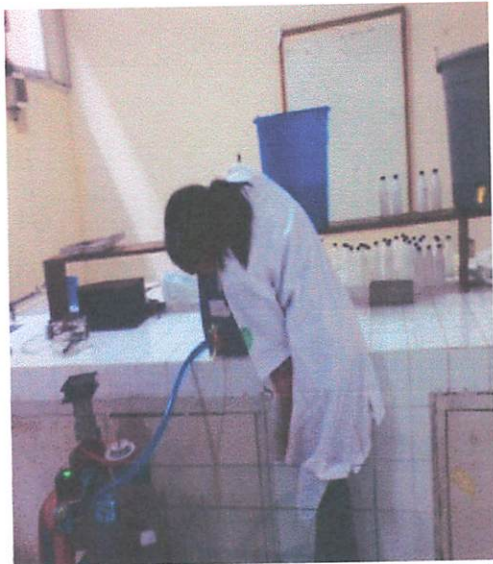
(Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45, 2002)



LAMPIRAN D
DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar Penampungan Limbah dan Koagulan pada Bak Penampung



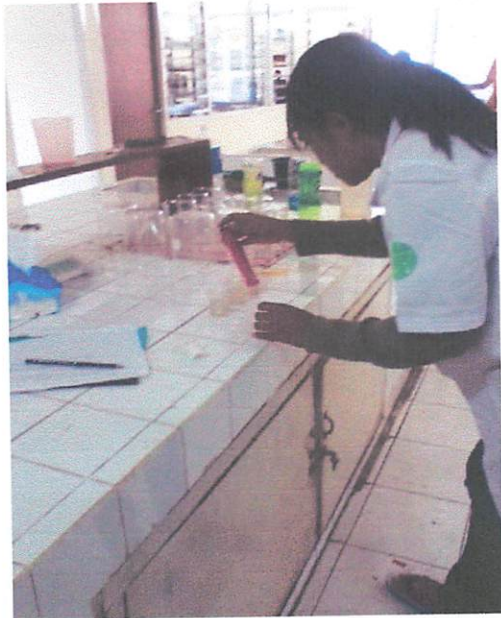
Gambar Pengecekan Aliran Limbah



Gambar Pengadukan Limbah Control



Gambar Pengukuran PH



Gambar Pengukuran PH



Gambar Proses Adsorpsi



Gambar Limbah Control (Awal)



Gambar Limbah Setelah Pengolahan

LAMPIRAN E
DESAIN REAKTOR

DESAIN REAKTOR

KOAGULASI-FLOKULASI-SEDIMENTASI

I. DIMENSI BAK PENAMPUNG LIMBAH

$$Q_{out} = 0,5 \text{ l/menit.}$$

$$\sum_{td} = Td_{koa} + Td_{flo} + Td_{sed} = (1 + 30 + 60) \text{ menit} = 91 \text{ menit}$$

$$V = Q \times t = 0,5 \text{ l/menit} \times 91 \text{ menit} = 45,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Digunakan bak plastik dengan volume \pm 45 liter

II. DIMENSI BAK PENAMPUNG dan DEBIT ALIRAN KOAGULAN

$$Q_{in} = 0,5 \text{ l/menit.}$$

$$\text{Dosis koagulan maksimum} = 3,5 \text{ gr/l}$$

Pengenceran dengan volume aquades 65 ml, dimana larutan koagulan sudah dapat diaduk.

$$\text{Volume reaktor koagulasi-flokulasi-sedimentasi} = 45 \text{ liter}$$

$$\text{Jumlah koagulan yang digunakan} = 3,5 \times 45 \text{ liter} = 157,5 \text{ gr}$$

$$\text{Jumlah pengenceran} = 157,5 \text{ gr} \times 45 \text{ liter} = 10237,5 \text{ ml} \approx 10 \text{ liter}$$

Digunakan bak plastik dengan volume \pm 10 liter

$$\% \text{ larutan koagulan} = \frac{10 \text{ liter}}{45 \text{ liter}} \times 100\% = 22,22\%$$

$$\% \text{ volume limbah} = \frac{35 \text{ liter}}{45 \text{ liter}} \times 100\% = 77,78\%$$

$$Q \text{ koagulan} = \frac{Q_{in} \times \% \text{ vol limbah} \times \% \text{ lar koagulan} \times 1 \text{ gr}}{\text{dosis koagulan}}$$

$$= \frac{0,4 \text{ l/menit} \times 77,78\% \times 22,22\% \times 1 \text{ gr}}{3,5 \text{ gr/l}}$$

$$= 0,025 \text{ l/menit}$$

III. DESAIN BAK KOAGULASI

$$T_d = 1 \text{ menit (60 detik).}$$

$$Q_{in} = 0,5 \text{ l/menit.}$$

$$V = Q \times t = 0,5 \text{ l/menit} \times 1 \text{ menit} = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$V = p \times l \times t; p = l = t.$$

$$p^3 = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,079 \text{ m} \sim \underline{8 \text{ cm.}}$$

$$p = l = t = 8 \text{ cm.}$$

$$\text{Panjang paddle } (d_{\text{paddle}}) = 80\% \times p = 80\% \times 8 \text{ cm} = \underline{6,4 \text{ cm.}}$$

$$\text{Lebar paddle } (w_{\text{paddle}}) = 1/6 \times 6,4 \text{ cm} = \underline{1,07 \text{ cm.}}$$

$$\text{Tinggi paddle terhadap dasar } (h_{\text{paddle}}) = 1/2 \times 6,4 = \underline{3,2 \text{ cm.}}$$

$$n = \underline{200 \text{ rpm.}}$$

Tanpa sekat (*baffle*) tegak, maka tenaga yang dibutuhkan adalah 75% dari tenaga untuk tangki bersekat. Jadi, nilai KT adalah :

$$KT = 0,75 \times KT = 0,75 \times 1,7 = 1,275.$$

$$P = 1,275 \cdot (200/60)^3 \cdot (0,064)^5 \cdot 995,68 = 0,0505 \text{ N.m/dt}$$

$$G^2 = \frac{0,0505}{0,8004 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = 126123,88$$

$$G = 355,25 \text{ /dt. (memenuhi kriteria desain } G = 100 - 1000 \text{ / dt)}$$

IV. DESAIN BAK FLOKULASI

$$T_d = 30 \text{ menit.}$$

$$Q_{\text{in}} = 0,5 \text{ l/menit.}$$

$$V = Q \times t = 0,5 \text{ l/menit} \times 30 \text{ menit} = 15 \times 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$V = p \times l \times t; p = l = t.$$

$$p^3 = 15 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Modifikasi desain, } p = l = 0,22 \text{ m} = \underline{22 \text{ cm}}, \text{ sedangkan } t = \underline{31 \text{ cm}}, \text{ sehingga volume} = 22 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} \times 31 \text{ cm} = 15004 \text{ cm}^3 = 15 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{Panjang paddle } (d_{\text{paddle}}) = 80\% \times p = 80\% \times 22 \text{ cm} = 17,6 \sim \underline{18 \text{ cm.}}$$

$$\text{Lebar paddle } (w_{\text{paddle}}) = 1/6 \times 18 \text{ cm} = \underline{3 \text{ cm.}}$$

$$\text{Tinggi paddle terhadap dasar } (h_{\text{paddle}}) = 1/2 \times 18 = \underline{9 \text{ cm.}}$$

$$n = \underline{40 \text{ rpm.}}$$

Tanpa sekat (*baffle*) tegak, maka tenaga yang dibutuhkan adalah 75% dari tenaga untuk tangki bersekat. Jadi, nilai KT adalah

$$KT = 0,75 \times KT = 0,75 \times 1,7 = 1,275.$$

$$P = 1,275 \cdot (40/60)^3 \cdot (0,18)^5 \cdot 995,68 = 0,071 \text{ N.m/dt}$$

$$G^2 = \frac{0,071}{0,8004 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = 5913,7 \text{ /dt}^2$$

$$G = 75,9 \text{ /dt. (memenuhi kriteria desain } G = 20 - 75 \text{ /dt)}$$

$$n = \underline{20 \text{ rpm.}}$$

$$KT = 0,75 \times KT = 0,75 \times 1,7 = 1,275.$$

$$P = 1,275 \cdot (20/60)^3 \cdot (0,18)^5 \cdot 995,68 = 0,0089 \text{ N.m/dt}$$

$$G^2 = \frac{0,0089}{0,8004 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = 739,25 \text{ /dt}^2$$

$$G = 27,19 \text{ /dt. (memenuhi kriteria desain } G = 20 - 75 \text{ /dt)}$$

V. DESAIN BAK SEDIMENTASI

$$T_d = 60 \text{ menit}$$

$$Q = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{menit.}$$

$$V = Q \times t = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{menit} \times 60 \text{ menit} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Zona Settling

Direncanakan dimensi;

$$p : l = 3 : 1$$

Untuk $l = 22 \text{ cm}$ (menyesuaikan dimensi bak flokulasi)

$$P = 22 \text{ cm} \times 3 = 66 \text{ cm.}$$

$$H = \frac{\text{Volume}}{(0,22 \text{ m} \times 0,66 \text{ m})} = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{0,1452} = 0,21 \text{ m} = 21 \text{ cm.}$$

Zona Inlet

$$P = 25 \% \times \text{panjang zona settling}$$

$$= 25 \% \times 66 \text{ cm} = 16,5 \text{ cm.}$$

Zona Lumpur

Vol. Lumpur diasumsikan 100 ml/1000 ml limbah , jadi volume lumpur = 30 l x 0,1 l
= 3 l = $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ untuk td 1 jam.

Direncanakan dimensi :

$$\text{Vol. trapesium} = 1/3 \cdot H \cdot (A_1 + A_2 + (A_1 \cdot A_2)^{0,5})$$

A_1 = luas atas; A_2 = luas bawah.

$$a = 1/3 \times l = 1/3 \times 66 \text{ cm} = 22 \text{ cm.}$$

$$a' = 1/5 \times l = 1/5 \times 66 \text{ cm} = 13,2 \text{ cm.}$$

$$b = w = 22 \text{ cm.}$$

$$b' = 1/3 \cdot w = 1/3 \times 22 \text{ cm} = 7,33 \text{ cm.}$$

$$A_1 = a \times b = 22 \times 22 = 484 \text{ cm}^2 = 0,0484 \text{ m}^2$$

$$A_2 = a' \times b' = 13,2 \times 7,33 = 96,756 \text{ cm}^2 = 9,6756 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Tribute With Love

22 tahun menikmati hidup , 4 tahun merasakan pahit manisnya kuliah akhirnya gelar sarjanapun saya raih dengan bahagia. Semua yang sudah ada didalam genggamanku tidak akan berarti apa-apa tanpa bantuan orang-orang yang luar biasa titipan Tuhan yang ada dalam hidup saya.

Ucapan syukur terhatur kepada Tuhan Yesus untuk segala karunia dan berkat-Nya, saya bisa merasakan indahnyanya hidup sampai sekarang. Untuk itu, haturan rasa syukur yang sangat, terucap bersama dengan nama-nama luar biasa pengiring hidup saya, yg sudah buat saya bisa berdiri dan berjalan dengan tegap dan indah... Mereka adalah..

Keluarga besar : Dodong yang menjadi mama terhebat, oma dan opa yang menjadi motor penggerak terampuh yang saya punya, ade marsel dan yosi yang menjadi, sebuah 'buku hidup' buat saya, yg harus slalu saya pelajari buat lulus jd seorang kakak yg baik, mama dan bapa, sepupu2 , om dan tante , makasi doa dan dukungannya, harapan semua slalu besar , smoga saya bs mewujudkannya, amiiin...

Keluarga 2008 : Spesial thanks for 2008 buat komplotan texas (reza, ipul, pateng, ucil, irul, endra) yang selalu menjadi OVI buat kita yang tidak pernah dangkal dalam hal melucu,,, thanks kawan buat sumber tawa dalam setiap kebersamaan selama ini, untuk temate crew (mifta, opan, ivan, reza) kita tidak pernah lupa pernah punya sahabat2 baik seperti ngana,, buat sang pemikir ape yang menjadi andalan dalam setiap PR, dedi dan reti yang walaupun jarang ngumpul tapi selalu dirindukan, buat bornes neli vini dan sofi yang selalu setia menegur saya dalam semua hal gila yang kadang saya lakukan 😊 juga untuk sahabat saya faris yang selalu bilang iya jika saya minta bantuan (walau kadang banyak ngomelnya) dan toni buat dorongan semangatnya 😊 kalian semua yang sudah setia menjadi teman dan semangat saya dari semester 1 hingga sekarang ini. kalian tetap selalu bersama dan menjadi teman terbaik saya, terima kasih atas kritikan, dukungan dan nasehat serta kesabaran selama menjadi teman saya.

Keluarga Lingkungan : Buat kaka tingkat dan adik tingkat saya serta seluruh keluarga besar teknik lingkungan dari angkatan dulu sampai angkatan sekarang terima kasih atas semangat kalian kawan, dan juga untuk dosen dosen terbaik yang saya punya ibu Candra, ibu Evy, ibu Anis, pa Sudiro, pa Har, dan pa Herry terimakasih atas ...bimbingan, tempaan dan terpaan buat saya nasehan dan menjadi orang tua saya di malang ...

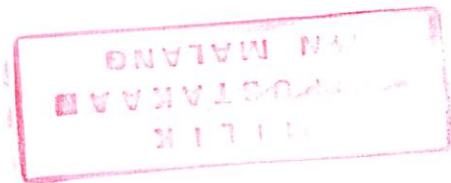
Sahabat terhebat : Sahabat terhebat waty funan dan yuven fio yang selalu ada untuk saya disaat saya jatuh terpuruk dan butuh tempat berbagi , yang selalu ada 24 jam tanpa henti menjadi lampu penerang jalan dan saputangan penyeka air mata....4 tahun bersama kalian berdua merupakan bagian terindah dalam hidup yang akan selalu saya ingat, dan akan menjadi cerita dan kenangan luar biasa untuk saya bagi pada anak cucu saya nanti ,,,,makasih banyak kawan

Orang-orang " luar biasa" : Buat DIA yang selalu setia menemani dalam segala suasana hati, selalu ada saat saya butuh, yang tak pernah bosan bersama saya selama 5 tahun,,dan juga untuk untuk k ardian yang sudah menjadi sumber pustaka, k' ita, yang menjadi kaka pertama yang saya punya, k'ari,k'pian, k' ledi yang walaupun sudah alumni tetap menjadi sumber informasi dan menjadi penyemangat,,saya bahaga punya kalian yang luar biasa,,dalam diam saya selalu memperhatikan kalian,,dalam diam saya selalu mendoakan kalian,,walaupun mungkin kalian kadang tidak sadar,,

Home sweet Home bening 49 : Warga BB 49 (Ida, aul, k'Bunga, Fitri, tia, Eta, Moly, nita, indah, Tari, wulan, vey, ria, mbk nur, mbk ela) waaaaaahhh....., selalu ramai bersama kalian, ribut bareng, aneh bareng, godain orang bareng, menjadi piranha pun bareng-bareng, heheeee..., terima kasih atas semangat dan sayangnya, saya bakal merindukan kalian beserta tingkah kalian masing2 yang selalu membuat saya merasa nyaman menjadi warga bening 49.

Arak-arak KMK dan PSM VCC Crew : Mksi sudah menjadi bagian dalam keseharian saya dimalang, banyak pelajaran yang dapat saya ambil dalam setiap langkah kita bersama....

TERIMAKASIH, UNTUK SEMUA ORG PENYANDANG TITILE 'SAHABAT' .. Anda org2 hebat yg menyandang titel hebat.. slalu ada di saat terburuk, mampu mendukung di saat terpuruk.. Tak ada seorang hebat tanpa orang2 hebat di skelilingnya..



$$H = \frac{3 \times Vol.}{(A_1 + A_2)(A_1 A_2)^{0.5}}$$
$$= \frac{3 \times (3.10^{-3} m^3)}{(484.10^{-4} + 9.6756.10^{-3})(484.10^{-4} \cdot 9.6756.10^{-3})^{0.5}}$$
$$= 0.11 \text{ m} = 11 \text{ cm.}$$

Tribute With Love

22 tahun menikmati hidup , 4 tahun merasakan pahit manisnya kuliah akhirnya gelar sarjanapun saya raih dengan bahagia. Semua yang sudah ada didalam genggamannya tidak akan berarti apa-apa tanpa bantuan orang-orang yang luar biasa titipan Tuhan yang ada dalam hidup saya.

Ucapan syukur terhatur kepada Tuhan Yesus untuk segala karunia dan berkat-Nya, saya bisa merasakan indahnya hidup sampai sekarang. Untuk itu, haturan rasa syukur yang sangat, terucap bersama dengan nama-nama luar biasa pengiring hidup saya, yg sudah buat saya bisa berdiri dan berjalan dengan tegap dan indah... Mereka adalah..

Keluarga besar : Dodong yang menjadi mama terhebat, oma dan opa yang menjadi motor penggerak terampuh yang saya punya, ade marsel dan yosi yang menjadi, sebuah 'buku hidup' buat saya, yg harus slalu saya pelajari buat lulus jd seorang kakak yg baik, mama dan bapa, sepupu2 , om dan tante ,serta keluarga besar Fernandez, dan om pater makasi doa dan dukungannya, harapan semua slalu besar, smoga saya bs mewujudkannya, amiin...

Keluarga 2008 : Special thanks for 2008 buat komplotan texas (reza, ipul, pateng, ucil, irul, endra) yang selalu menjadi OVJ buat kita yang tidak pernah dangkal dalam hal melucu,,, thanks kawan buat sumber tawa dalam setiap kebersamaan selama ini, untuk ternate crew (mifta, opan, ivan, reza) kita tidak pernah lupa pernah punya sahabatz baik seperti ngana,, buat sang pemikir ape yang menjadi andalan dalam setiap PR, dedi dan reti yang walaupun jarang ngumpul tapi selalu dirindukan, vini dan neli yang menjadi motivator terbaik yang selalu menampilkan hal2 gila yang membuat saya kembali semangat disaat saya betul2 lelah 😊 buat bornes dan sofi yang selalu setia menegur saya dalam semua hal gila yang kadang saya lakukan 😊 juga untuk sahabat saya faris yang selalu bilang iya jika saya minta bantuan (walau kadang banyak ngomelnya) dan toni buat dorongan semangatnya 😊 kalian semua yang sudah setia menjadi teman dan semangat saya dari semester 1 hingga sekarang ini. kalian tetap selalu bersama dan menjadi teman terbaik saya, terima kasih atas kritikan, dukungan dan nasehat serta kesabaran selama menjadi teman saya.

Keluarga Lingkungan : Buat kaka tingkat dan adik tingkat saya serta seluruh keluarga besar teknik lingkungan dari angkatan dulu sampai angkatan sekarang terima kasih atas semangat kalian kawan, dan juga untuk dosen dosen terbaik yang saya punya ibu Candra, ibu Evy, ibu Anis, pa Sudiro, pa Har, dan pa Herry dan bu sry terimakasih atas bimbingan, tempaan dan terpaan buat saya,, selalu ada nasehat dan menjadi orang tua saya di malang ...

Sahabat terhebat : Sahabat terhebat waty funan dan yuven flo yang selalu ada untuk saya disaat saya jatuh terpuruk dan butuh tempat berbagi , yang selalu ada 24 Jam tanpa henti menjadi lampu penerang jalan dan saputangan penyeka air mata...yang memberi cinta tanpa pamrih,,,hal yang paling saya ingat dari wati adalah disaat mama,bapa,kaka,dan ade Alvin datang ke malang selama 4 hari,,,dan disaat mereka pulang tanpa sadar sya meneteskan air mata,,,saat itu saya sadar,,sy menyayangi sahabat saya yang satu ini bukan main besarnya ☺ dan hal yang paling saya ingat dari yuven adalah disaat saya dan wati harus menyanyi dlam ruang yudisium dan dy tetap setia bersenandung mengikuti lagu yang kami bawakan diluar ruangan dengan air mata yang mengalir....4 tahun bersama kalian berdua merupakan bagian terindah dalam hidup yang akan selalu saya ingat, dan akan menjadi cerita dan kenangan luar biasa untuk saya bagi pada anak cucu saya nanti,,,makasih banyak kawan

Orang-orang " luar biasa" : Buat DIA yang selalu setia menemani dalam segala suasana hati, selalu ada saat saya butuh, yang tak pernah bosan bersama saya selama 5 tahun membagi cinta yang utuh,,dan juga untuk untuk k ardian yang sudah menjadi sumber pustaka, k' ita, yang menjadi kaka pertama yang saya punya, k'varlin,k'ari,k'pian, k' ledi yang walaupun sudah alumni tetap menjadi sumber informasi dan menjadi penyemangat,,,juga untuk yanti kosat,mama yanti ,mama kecil dan ade ida saya bahagia punya kalian yang luar biasa ,bersama kalian saya merasa punya keluarga yang sempurna,,,dalam diam saya selalu memperhatikan kalian,,dalam diam saya selalu mendoakan kalian,,walaupun mungkin kalian kadang tidak sadar,,,untuk yanti kosat yag tidak pernah diam,,jangan lupa diet y ☺)

Home sweet Home bening 49 : Warga BB 49 (Ida, aul, k'Bunga, Fitri, tia, Eta, Moly, nita, indah, Tari, wulan, vey, ria, mbk nur, mbk ela) waaaaaahhh....., selalu ramai bersama kalian, ribut bareng, aneh bareng, godain orang bareng, menjadi piranha pun bareng-bareng, heheeeee..., terima kasih atas semangat dan sayangnya, saya bakal merindukan kalian beserta tingkah kalian masing2 yang selalu membuat saya merasa nyaman menjadi warga bening 49.

Arak-arak KMK dan PSM VCC Crew : Mksi sudah menjadi bagian dalam keseharian saya dimalang, banyak pelajaran yang dapat saya ambil dalam setiap langkah kita bersama....Anak2 lingkungan Kristoforus dan juga untuk bapak dan ibu Subianto yang sudah menjadi orang tua dimalang,,,terimakasih

TERIMAKASIH, UNTUK SEMUA ORG PENYANDANG TITEL 'SAHABAT' . Anda org2 hebat yg menyandang titel hebat.. slalu ada di saat terburuk, mampu mendukung di saat terpuruk.. Tak ada seorang hebat tanpa orang2 hebat di sekelilingnya..