

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG

**PENGARUH UKURAN BUTIRAN DAN TINGGI MEDIA  
BENTONIT DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN,  
COD dan NH<sub>3</sub> LIMBAH TAHU PADA SISTEM ADSORPSI.**

Oleh :  
**Bangun Isman Syah**  
99.26.015



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2007**

3001

INSTRUKSI TENTANG  
MELAKUKAKAN PENELITIAN  
MENDALAM TENTANG  
MELAKUKAKAN PENELITIAN

DI BERSIKUT  
DITURUNKAN  
DARI

DAFTAR ISI  
MELAKUKAKAN PENELITIAN  
MELAKUKAKAN PENELITIAN  
MELAKUKAKAN PENELITIAN

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENGARUH UKURAN BUTIRAN DAN TINGGI MEDIA BENTONIT  
DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN, COD DAN NH<sub>3</sub> LIMBAH TAHU  
PADA SISTEM ADSORPSI**


Oleh :  
**BANGUN ISMAN SYAH**  
**9926015**

**Menyetujui**  
**Tim Pembimbing**

**Dosen pembimbing I**

  
**DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi**  
**NIP. 131965844**

**Dosen pembimbing II**

  
**Candra Dwiratna, ST.MT**  
**NIP Y. 1030000349**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan**

  
  
**Sudiro ST.MT**  
**NIP Y. 1039900327**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH UKURAN BUTIRAN DAN TINGGI MEDIA BENTONIT  
DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN, COD DAN NH<sub>3</sub> LIMBAH TAHU  
PADA SISTEM ADSORPSI

Oleh:

**BANGUN ISMAN SYAH**  
**9926015**

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 22 Maret 2007.

Mengetahui  
Panitia Ujian Komprehensif Skripsi



Ketua

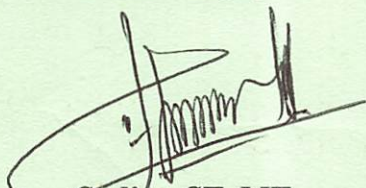
Ir. Agustina Nurul H., MTP  
NIP. Y. 103900214

Sekretaris

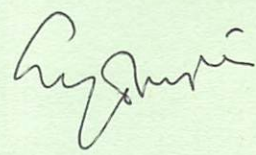
Sudiro, ST. MT  
NIP. Y. 1039900327

Dewan Penguji

Dosen Penguji I

  
Sudiro, ST. MT  
NIP. Y. 1039900327

Dosen Penguji II

  
Tuani Lidiawati, ST. MT

## ABSTRAKSI

---

---

Pengaruh Ukuran Butiran Dan Tinggi Media Bentonit Dalam Menurunkan Kekeruhan, COD dan NH<sub>3</sub> Limbah Tahu Pada Sistem Adsorpsi. Bangun Isman Syah., Hery Setyobudiarso., Candra Dwiratna. Skripsi jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional Malang

---

---

Limbah industri tahu dengan kisaran kadar COD antara 7.500 – 14.000 mg/l, NH<sub>3</sub> antara 23.3 – 23.5 mg/l dan kekeruhan sebesar 535 – 585 FTU harus diolah terlebih dahulu, sehingga memenuhi standard yang disyaratkan sebelum masuk ke badan air dan tanah. Salah satu upaya untuk mengurangi konsentrasi COD, NH<sub>3</sub> dan kekeruhan limbah industri tahu adalah dengan proses adsorpsi dengan media Bentonit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bentonit sebagai media adsorpsi untuk menurunkan konsentrasi COD, NH<sub>3</sub> dan kekeruhan limbah industri tahu. Metode penelitian ini menggunakan aliran secara kontinyu pada kolom adsorpsi hamparan tetap, dengan bervariasi ukuran butiran bentonit 0,5;1;2 cm dan tinggi media bentonit 5, 10, 20 cm.

Analisa data menggunakan statistik (ANOVA, korelasi, dan regresi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil diameter butiran bentonit, dan semakin tinggi media adsorpsi, maka semakin tinggi pula penurunan kandungan (konsentrasi) COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan limbah industri tahu. Kombinasi ukuran bentonit 0.5 cm dan tinggi media 20 cm, mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 29.50 %, konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 58.39 %, dan konsentrasi kekeruhan sebesar 29.29 %.

---

---

Kata kunci:

Ukuran butiran, Tinggi Media, Bentonit, COD, NH<sub>3</sub>, Kekeruhan, Adsorpsi.

---

---

## ABSTRACT

---

---

Impact Of Granular Size And High Of Bentonite For Decraising Turbidity, COD and NH<sub>3</sub> in Adsorption System. Bangun Isman Syah., Hery Setyobudiarso., Candra Dwiratna. Thesis Sub Faculty Of Environmental Enginnering, National Institute Technology Malang.

---

---

Waste water of Tofu industry both COD 7.500 – 14.000 mg/l, NH<sub>3</sub> 23.3 – 23.5 mg/l, and turbidity 535 – 585 FTU, have be processed so suitable with required standard before into land and water. One of the method to remove COD, NH<sub>3</sub>, and turbidity waste of tofu industry is adsorption with bentonit as adsorbent. The objective of this research was study the ability of bentonit as adsorbtion media for decreasing COD, NH<sub>3</sub>, and turbidity waste of tofu industry. The method of this research used continues wise of fixed bed column adsorbtion, with combine granular size of bentonite 0,5;1;2 cm and high of bentonite 5, 10, 20 cm.

Data analysis used statistic (ANOVA, correlation and regresion). The result showed that the smaller and higher of adsorbent (bentonite), the ability of bentonit can be increase to removal COD, NH<sub>3</sub> and turbidity contents. Combination 0,5 cm of granular size bentonit and 20 cm high of bentonite, have been decrease COD 29.50%, NH<sub>3</sub> 58.39% and turbidity 29.29%.

---

---

Key words:

Granular size, High of , Bentonite, COD, NH<sub>3</sub>, Turbidity, Adsorbtion

---

---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “ *Pengaruh Ukuran Butiran dan Tinggi Media Bentonit Dalam Menurunkan Kekeruhan, COD dan NH<sub>3</sub> Limbah Tahu Pada Sistem Adsorpsi* “ tepat waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr.Ir. Hery Setyobudiarso, MSi selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Chandra Dwiratna, ST. MT selaku dosen pembimbing sekaligus sebagai dosen yang merekomendasikan penelitian ini dan telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Bapak Sudiro, ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang sekaligus dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini..
4. Ibu Tuany Lidiawati ST. MT , selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
5. Ibu Anis Artiyani, ST selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan juga selaku dosen yang memberikan rekomendasi penelitian ini.
6. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
7. Bapak dan Ibu Staf PT. Indobent, yang telah memberikan Informasi yang bermanfaat bagi penyusunan laporan ini.
8. Analis dan Kepala Laboratorium Kimia UMM.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang saya susun.

Dan akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang.

Malang, Maret 2007

*Penyusun*



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	.....	i
<b>DAFTAR ISI</b>	.....	ii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	.....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b>	.....	iv
<b>ABSTRACT</b>		
<b>ABSTRAKSI</b>		
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>		
1.1 Latar Belakang	.....	1
1.2 Rumusan Masalah	.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>		
2.1 Pengertian Air Limbah	.....	4
2.1.1 Jenis Dan Sumber Limbah	.....	5
2.2 Karakteristik Air Limbah	.....	6
2.2.1 Parameter Fisik	.....	6
2.2.2 Parameter Kimia	.....	8
2.2.3 Parameter Biologis	.....	9
2.3 Tahu	.....	10
2.3.1 Proses Produksi Tahu	.....	11
2.3.2 Limbah Tahu	.....	14
2.4 Deskripsi Adsorpsi	.....	15
2.4.1 Adsorpsi pada Fixed Bed Column	.....	19
2.4.2 Adsorben	.....	20
2.5 Bentonit	.....	21
2.6 Metode Pengolahan Data	.....	22
2.6.1 Statistik Deskriptif	.....	22
2.6.2 Statistik Inferensi	.....	23
2.6.3 Generalisasi Dan Kesimpulan Analisa Data	.....	26

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Gambaran umum	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Variabel Penelitian	27
3.4 Alat dan Bahan	28
3.4.1 Prosedur persiapan alat dan bahan	28
3.5 Gambar dan Dimensi alat Adsorpsi	29
3.6 Prosedur penelitian	30
3.7 Metode Penelitian	30
3.7.1 Metode Analisa Hasil Percobaan	30
3.7.1 COD	30
3.7.2 NH <sub>3</sub>	30
3.7.3 Kekeruhan	30
3.8 Analisa Data	31
3.9 Diagram alir penelitian	32

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Konsentrasi Akhir COD	34
4.1.1.1 Analisa Deskriptif	34
4.1.1.2 Analisa ANOVA	37
4.1.1.3 Analisa Korelasi	38
4.1.1.4 Analisis Regresi	39
4.1.2 Konsentrasi Akhir NH <sub>3</sub>	41
4.1.2.1 Analisa Deskriptif	41
4.1.2.2 Analisa ANOVA	44
4.1.2.3 Analisis Korelasi	45
4.1.2.4 Analisis Regresi	46
4.1.3 Konsentrasi Akhir Kekeruhan	48
4.1.3.1 Analisa Deskriptif	48
4.1.3.2 Analisa ANOVA	51
4.1.3.3 Analisis Korelasi	52
4.1.3.4 Analisis Regresi	53

## 4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh. Ukuran Butiran & tinggi. media terhadap Konsentrasi COD .....	55
4.2.2 Pengaruh. Ukuran Butiran & tinggi. media terhadap Konsentrasi NH <sub>3</sub> .....	57
4.2.3 Pengaruh Ukuran Butiran & tinggi media terhadap konsentrasi kekeruhan .....	59

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair Tahu .....	12
Tabel 2.2 Koefesien Korelasi Guilford .....	21
Tabel 4.1 Data Hasil Analisa Sampel Limbah Tahu .....	33
Tabel 4.2 Data konsentrasi Akhir COD .....	34
Tabel 4.3 Data Prosentase Penurunan Konsentrasi COD .....	36
Tabel 4.4 Hasil Uji ANOVA	
Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi Akhir COD .....	37
Tabel 4.5 Korelasi Konsentrasi COD, Diameter Butiran, & Tinggi Kolom .....	38
Tabel 4.6 Analisa Regresi ANOVA .....	39
Tabel 4.7 Tabel Persamaan Regresi .....	39
Tabel 4.8 Data konsentrasi Akhir NH <sub>3</sub> .....	41
Tabel 4.9 Data Prosentase Penurunan Konsentrasi NH <sub>3</sub> .....	43
Tabel 4.10 Analisa ANOVA	
Pengaruh Berbagai Perlakuan Terhadap Konsentrasi NH <sub>3</sub> .....	44
Tabel 4.11 Korelasi Antara Konsentrasi NH <sub>3</sub> Dengan Diameter Butiran	
Dan Tinggi Kolom .....	45
Tabel 4.12 Analisa Regresi Anova .....	46
Tabel 4.13 Persamaan Regresi .....	46
Tabel 4.14 Data Konsentrasi Akhir Kekeruhan .....	48
Tabel 4.15 Data Prosentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan .....	50
Tabel 4.16 Analisa ANOVA	
Pengaruh Berbagai Perlakuan Terhadap Konsentrasi kekeruhan .....	51
Tabel 4.17 Korelasi Antara Konsentrasi kekeruhan Dengan Diameter Butiran	
Dan Tinggi Kolom .....	52
Tabel 4.18 Hasil Uji Regresi ANOVA .....	53
Tabel 4.19 Tabel Persamaan Regresi .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Produksi Tahu .....	13
Gambar 3.1 Gambar dan Dimensi alat Adsorpsi .....	29
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Akhir COD .....	25
Gambar 4.2 Grafik Prosentase Penurunan COD .....	36
Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Akhir NH <sub>3</sub> .....	42
Gambar 4.4 Grafik Prosentase penurunan NH <sub>3</sub> .....	43
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Konsentrasi Kekerusuhan .....	49
Gambar 4.6 Grafik Prosentase Penurunan Kekerusuhan .....	50

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini bangsa kita sedang giat melaksanakan pembangunan demi terciptanya masyarakat yang adil dan makmur dengan jalan memanfaatkan sumberdaya alam yang terdapat disekitar lingkungan hidup melalui proses industrialisasi. Dengan demikian pesatnya pertumbuhan industri yang beraneka ragam diharapkan taraf hidup masyarakat akan dapat ditingkatkan pula. Akan tetapi dengan munculnya industri tersebut perlu dipikirkan juga efek samping dari industri yang berupa air buangan (limbah). Dengan adanya air limbah ini akan berdampak pada menurunnya kadar oksigen yang terlarut pada air limbah yang pada akhirnya akan mempengaruhi kehidupan didalam air yang membutuhkan oksigen.

Sumber utama dari pencemaran badan air adalah limbah dari industri selain dari limbah penduduk (*domestic wastes*). Limbah industri dapat berupa limbah padat, cair ataupun gas. Beberapa efek samping dari limbah tersebut adalah

1. Membahayakan Kesehatan manusia karena dapat merupakan pembawa suatu penyakit.
2. Merugikan dalam segi ekonomi karena dapat menimbulkan kerusakan pada benda atau bangunan maupun tanaman .
3. Dapat merusak atau membunuh kehidupan yang ada didalam air seperti ikan dan binatang peliharaan yang lain.
4. Dapat merusak keindahan karena bau busuk dan pemandangan (Sugiharto,1987)

Oleh karena itu untuk menjaga lingkungan tetap bersih dan tidak mengganggu kehidupan yang ada disekitarnya diperlukan pengolahan terhadap air limbah sebelum dibuang kelingkungan.

Industri yang berkembang sangat beragam jenisnya, dari industri besar, menengah maupun kecil atau skala rumah tangga. Industri dengan skala besar

maupun menengah biasanya menyertakan proses pengolahan limbah pada proses kerjanya, dimana hasil pengolahan limbah tersebut digunakan sebagai parameter sebelum limbah tersebut akhirnya dibuang pada badan air atau lingkungan sekitar. Akan tetapi pada industri dengan skala kecil atau rumah tangga, kebijaksanaan untuk mengikuti pola pengolahan limbah yang telah dilakukan oleh perusahaan tersebut diatas jarang sekali bisa terpenuhi, dikarenakan beberapa faktor, dimungkinkan karena biaya, keterbatasan lahan ataupun teknologi pengolahan limbah yang terlalu rumit, sehingga peng-aplikasian kepada industri kecil juga menjadi sulit.

Salah satu contoh adalah industri Tahu, menurut Arie Herlambang (2002) industri tahu memproduksi 2 jenis limbah, yaitu limbah padat dan cair, limbah cair tahu mempunyai kisaran konsentrasi COD sebesar 7500 – 14.000 mg/l;  $\text{NH}_3$  sebesar 23,3 – 23,5 mg/l dan kekeruhan sebesar 535 – 585 FTU. Dari uraian diatas dapat kita lihat bahwa limbah tersebut berpotensi sebagai bahan pencemar bagi badan air yang menerimanya, sehingga diperlukan suatu metode pengolahan limbah yang dapat diterapkan pada industri kecil.

Ada beberapa alternatif yang dikembangkan untuk pengolahan air limbah salah satunya adalah adsorpsi. Menurut Linda Handoyo (1998). Adsorpsi diartikan sebagai proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fase liquid berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Proses adsorpsi ini dipilih karena limbah industri berbentuk cair dan mempunyai partikel-partikel yang sangat kecil. Dengan proses adsorpsi diharapkan partikel-partikel tersebut dapat terpisah dari pelarutnya dan terserap pada adsorben.

Ada beberapa contoh dari batuan yang dapat berfungsi sebagai adsorben salah satunya adalah bentonit. Bentonit adalah batuan yang komposisi utamanya adalah mineral yang terbentuk dari dekomposisi abu vulkanik dan mempunyai kemampuan besar menyerap. Bentonit merupakan sejenis lempung yang mengandung 85% monmorilonit yang mempunyai rumus kimia  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2\text{XH}_2\text{O}$ . ([www.geocities.com](http://www.geocities.com))

Bentonit mempunyai kemampuan sebagai adsorben yang baik sekaligus sebagai bahan penjernih atau *bleaching agent*, hal itu dapat kita lihat dari percobaan yang mengupayakan bentonit sebagai bahan penjernih pada minyak



kelapa bekas, pada percobaan tersebut digunakan bentonit dengan ukuran 0.5-1 cm ([www.gsdc.distamben-jabar.go.id](http://www.gsdc.distamben-jabar.go.id)). Dengan dasar tersebut diatas maka kami berkeinginan untuk melakukan penelitian tentang kemampuan bentonit dalam mengolah limbah tahu dengan beban pencemarnya adalah COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan sekaligus untuk meneliti hubungan antara variasi butiran dan tinggi media, terhadap penurunan beban pencemar diatas.

## **1.2 Rumusan Masalah.**

Adapun rumusan masalah yang dapat dijabarkan adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar kemampuan bentonit sebagai media adsorpsi dalam menurunkan kandungan COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan?
2. Apakah variasi ukuran butiran bentonit dan tinggi media berpengaruh pada penurunan COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan?

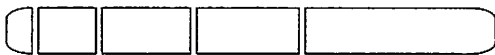
## **1.3 Tujuan Penelitian**

Secara garis besar tujuan yang dapat dituliskan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kemampuan bentonit sebagai media adsorpsi dalam menurunkan konsentrasi COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan.
2. Menentukan besaran butiran bentonit dan tinggi media bentonit yang mempunyai kemampuan tertinggi dalam menurunkan konsentrasi COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dan dilihat variabel-variabel yang berpengaruh pada proses adsorpsi, maka kegiatan penelitian ini kami batasi pada pengaruh ukuran adsorben yaitu (0.5 cm, 1 cm, dan 2 cm) serta tinggi media (5cm, 10 cm, dan 20 cm). Sedangkan parameter limbah yang diteliti adalah COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan.

 **BAB IV**  
**HASIL & PEMBAHASAN**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sistem aliran kontinu dengan menvariasikan ukuran butiran bentonit sebesar 0,5; 1 dan 2 cm, tinggi media bentonit masing-masing 5, 10 dan 20 cm serta beban limbah berupa limbah industri Tahu. Hasil penelitian tentang pengaruh ukuran butiran dan tinggi media bentonit dalam menurunkan kekeruhan, COD dan  $\text{NH}_3$  limbah tahu pada sistem adsorpsi

Berdasarkan hasil analisa tentang pengaruh ukuran butiran dan tinggi media bentonit dalam menurunkan kekeruhan, COD dan  $\text{NH}_3$  limbah tahu pada sistem adsorpsi yang dilakukan di Laboratorium KIMIA Universitas Muhammadiyah Malang, maka didapatkan data konsentrasi awal dari limbah tahu dan konsentrasi akhir dari berbagai perlakuan sebagai berikut :

**Tabel 4.1 Data Hasil Analisa Sampel Limbah Tahu.**

No	Kode Bahan	COD (mg/l)	$\text{NH}_3$ (mg/l)	Kekeruhan (FTU)	pH	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )
1	Kons.awal	5750,50	21,44	116,26	5	25
2	A1	5115,79	19,89	110,7	5,6	20
3	A2	5001,01	18,04	103,1	5,8	20
4	A3	4785,60	16,43	94,36	6,2	20
5	B1	5000,95	17,21	104,83	5,9	20
6	B2	4885,04	15,26	97,26	6,1	20
7	B3	4530,78	11,93	90,1	6,4	20
8	C1	4643,02	12,74	98,4	6,3	20
9	C2	4415,24	10,76	90,9	6,7	20
10	C3	4053,57	8,92	82,2	7,2	20

**Keterangan:**

- A : Ukuran butiran 2 cm
- B : Ukuran Butiran 1 cm
- C : Ukuran Butiran 0,5 cm
- 1 : Tinggi Media 5 cm
- 2 : Tinggi Media 10 cm
- 3 : Tinggi Media 20 cm

Dari data diatas dapat kita peroleh konsentrasi awal yang dapat kita tuliskan sebagai berikut:

COD : 5750,50 (mg/l)

NH<sub>3</sub> : 21,44 (mg/l)

Kekeruhan : 116,26 FTU

Dengan bervariasikan besar butiran 0.5, 1, 2 cm; serta tinggi media 5, 10, dan 20 cm akan didapatkan pula konsentrasi akhir dari limbah tahu, yang dapat dilihat pada tabel-tabel data dibawah ini.

#### 4.1.1 Konsentrasi Akhir COD

##### 4.1.1.1 Analisa Deskriptif

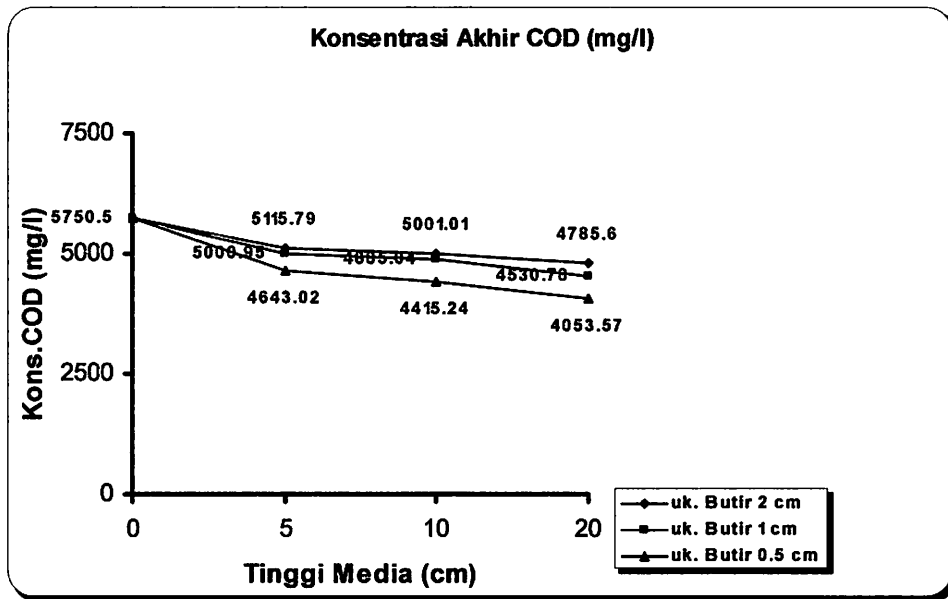
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentonit sebagai media adsorpsi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD pada limbah industri tahu. Konsentrasi akhir COD yang diturunkan oleh bentonit sebagai media adsorpsi dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2. Data Konsentrasi Akhir COD**

Ukuran Butiran (cm)	Tinggi Media (cm)	Kode Bahan	COD (mg/l)
2	5	A1	5115,79
	10	A2	5001,01
	20	A3	4785,60
1	5	B1	5000,95
	10	B2	4885,04
	20	B3	4530,78
0.5	5	C1	4643,02
	10	C2	4415,24
	20	C3	4053,57

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan COD pada limbah tahu semakin meningkat seiring dengan semakin tingginya media dan kecilnya butiran adsorben (bentonit).

Konsentrasi akhir COD terendah terdapat pada kode bahan C3 yaitu sebesar 4053,57 (mg/l) dan konsentrasi akhir COD yang paling tinggi adalah pada kode bahan A1 yaitu sebesar 5115,79 (mg/l), jika dibandingkan dengan konsentrasi awal limbah sebesar 5750,50 (mg/l). Dari data yang diperoleh dari Tabel 4.2 dapat di buat grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1. Grafik konsentrasi akhir COD**

Untuk mengetahui persentase penurunan konsentrasi COD (mg/l) dalam setiap perlakuan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

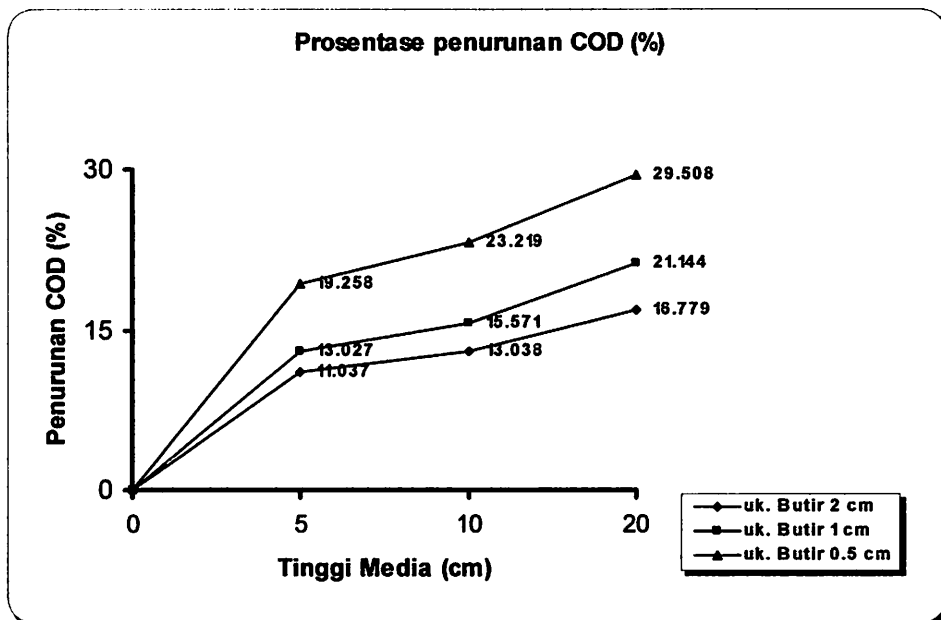
$$\%R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100 \%$$

Prosentase penurunan digunakan untuk mengetahui besaran yang akan menunjuk kepada keoptimalan dari masing-masing perlakuan yang divariasikan pada suatu penelitian. Prosentase penurunan konsentrasi COD pada tiap perlakuan yang telah divariasikan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

**Tabel 4.3. Data prosentase penurunan konsentrasi COD**

Ukuran Butiran (cm)	Tinggi Media (cm)	Kode Bahan	Prosentase (%)
2	0,5	A1	11,03
	10	A2	13,02
	20	A3	16,77
1	0,5	B1	13,03
	10	B2	15,57
	20	B3	21,20
0,5	0,5	C1	19,25
	10	C2	23,21
	20	C3	29,50

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan COD pada limbah tahu berkisar antara 11,03 % sampai 29,50%. Kemampuan terbesar adalah sebesar 29,50 % pada perlakuan C3 (ukuran butiran 0,5 cm dan tinggi media 20 cm), sedangkan kemampuan terkecil adalah sebesar 11,03% pada perlakuan A1 (ukuran butiran 2 cm dan tinggi media 5 cm). Dari data yang diperoleh dari Tabel 4.3 dapat di buat grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2. Grafik Prosentase Penurunan COD**

#### 4.1.1.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi COD maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.4 dibawah ini.

**Tabel 4.4 Analisa ANOVA  
Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi Akhir COD**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2744583.372 <sup>a</sup>	8	343072.921	2162224	.000
Intercept	599283391	1	599283390.6	3.8E+09	.000
PERLK	2744583.372	8	343072.921	2162224	.000
Error	2.856	18	.159		
Total	602027977	27			
Corrected Total	2744586.228	26			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Tabel 4.4 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antar konsentrasi akhir COD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis :

H<sub>0</sub> = Kesembilan rata-rata perlakuan adalah identik

H<sub>1</sub> = Kesembilan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Keputusan.

Terlihat bahwa nilai F hitung untuk perlakuan sebesar 2162224 dengan probabilitas 0,000. Karena probabilitas < 0,05, maka H<sub>0</sub> ditolak atau rata-rata persentase penurunan konsentrasi COD dalam kesembilan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir COD yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Hasil uji Duncan menunjukkan terdapat beda Nyata pada setiap perlakuan . Konsentrasi akhir COD terendah terdapat pada kombinasi perlakuan ukuran butiran sebesar 0,5 cm dan tinggi media bentonit 20 cm yaitu sebesar 4053,57 (mg/l) dan konsentrasi COD tertinggi terdapat pada perlakuan ukuran butiran sebesar 2 cm dan tinggi media bentonit 0,5 cm yaitu sebesar 5115,79 (mg/l). Hasil tersebut dapat dilihat pada lampiran hasil analisa statistik.

#### 4.1.1.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

**Tabel 4.5 Analisa Korelasi  
Konsentrasi COD dengan Diameter Butiran dan Tinggi Kolom**

**Correlations**

		COD	UKBT	TGMED
COD	Pearson Correlation	1	.715**	-.602**
	Sig. (1-tailed)	.	.000	.000
	N	27	27	27
UKBT	Pearson Correlation	.715**	1	.000
	Sig. (1-tailed)	.000	.	.500
	N	27	27	27
TGMED	Pearson Correlation	-.602**	.000	1
	Sig. (1-tailed)	.000	.500	.
	N	27	27	27

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa besar hubungan antar variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah:

- Konsentrasi COD dengan ukuran butiran adalah 0,715. Hal ini menunjukkan hubungan yang erat, arah hubungan positif menunjukkan semakin besar ukuran butiran akan diikuti dengan konsentrasi akhir COD yang tinggi pula. Tingkat signifikan COD dan ukuran butiran yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Konsentrasi COD dengan tinggi media adalah -0,602. Hal ini menunjukkan hubungan yang erat, arah hubungan negatif menunjukkan semakin tinggi media akan diikuti dengan konsentrasi akhir COD yang semakin rendah. Tingkat signifikan COD dan tinggi media yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).



#### 4.1.1.4 Analisis Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut :

**Tabel 4.6 Analisa Regresi ANOVA**

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	798706,5	2	399353,273	20,628	,002 <sup>a</sup>
	Residual	116156,6	6	19359,428		
	Total	914863,1	8			

a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

b. Dependent Variable: COD

Dari hasil uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 20,628 dengan tingkat signifikan 0,002. Karena probabilitas (0,002) kurang dari atau lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi konsentrasi COD.

**Tabel 4.7 Tabel Persamaan Regresi**

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4643,610	131,181		35,399	,000
	UKBT	365,523	74,372	,715	4,915	,003
	TGMED	-30,756	7,437	-,602	-4,135	,006

a. Dependent Variable: COD

1. Persamaan regresi:  $Y = 4643,610 + 365,523 X_1 - 30,756 X_2$

Dimana,

Y : Konsentrasi akhir COD;

X<sub>1</sub> : Ukuran butiran;

X<sub>2</sub> : Tinggi media

Hasil analisa statistik menunjukkan nilai R sebesar 0,934 yang berarti bahwa hubungan yang kuat antar konsentrasi akhir COD dengan ukuran butiran dan tinggi media. Sedangkan R square sebesar 0,873, yang berarti bahwa 87,3% nilai variabel konsentrasi akhir COD dipengaruhi oleh ukuran butiran dan tinggi media. Berdasarkan nilai R dan  $R^2$  tersebut maka model persamaan di atas dapat diterima.

2. Uji t untuk signifikansi konstanta dari variabel bebas (X)

Hipotesis,

$H_0$  : Koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  : Koefisien regresi signifikan

Keputusan ,

- a. Nilai t hitung pada tabel *Coefficients* untuk ukuran butiran sebesar 9,829 dan untuk tinggi media sebesar 8,271, sedangkan t tabel (0,05;6) adalah 2,447. Oleh karena t hitung > t tabel, maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan.
- b. Berdasarkan probabilitas  
Pada tabel *Coefficients* dapat dilihat bahwa nilai Sig. untuk ukuran butiran dan tinggi media adalah sebesar 0,003 dan 0,006 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05, maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan.

3. Intepretasi koefisien regresi

c. Variabel ukuran butiran ( $X_1$ )

Koefisien regresi sebesar 365,523 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ukuran butiran akan meningkatkan konsentrasi akhir COD sebesar 365,523 mg/l.

d. Variabel tinggi media ( $X_2$ )

Koefisien regresi sebesar - 30,756 menyatakan bahwa setiap penambahan tinggi media sebanyak 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 30,756 mg/l.

## 4.1.2 Konsentrasi Akhir NH<sub>3</sub>

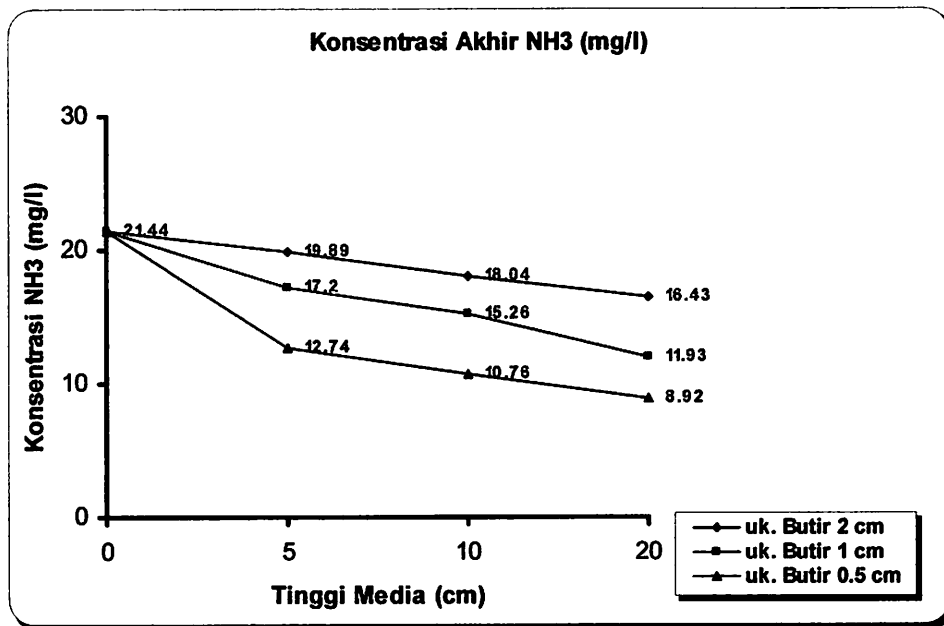
### 4.1.2.1 Analisa Deskriptif

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentonit sebagai media adsorpsi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi NH<sub>3</sub> pada limbah tahu. Konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> yang diturunkan oleh bentonit sebagai media adsorpsi dapat dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Data konsentrasi Akhir NH<sub>3</sub>**

Ukuran Butiran (Cm)	Tinggi Media (Cm)	Kode Bahan	NH <sub>3</sub> (mg/l)
2	5	A1	19,89
	10	A2	18,04
	20	A3	16,43
1	5	B1	17,21
	10	B2	15,26
	20	B3	11,93
0.5	5	C1	12,74
	10	C2	10,76
	20	C3	8,92

Berdasarkan tabel 4.8 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan NH<sub>3</sub> pada limbah tahu semakin meningkat seiring dengan semakin tingginya media dan kecilnya butiran adsorben (bentonit). Konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> terendah terdapat pada kode bahan C3 yaitu sebesar 8,92 mg/l dan konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> tertinggi adalah pada kode bahan A1 yaitu sebesar 19,89 mg/l. Dari data yang diperoleh dari Tabel 4.8 dapat di buat grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik konsentrasi akhir NH<sub>3</sub>

Untuk mengetahui persentase penurunan konsentrasi COD (mg/l) dalam setiap perlakuan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

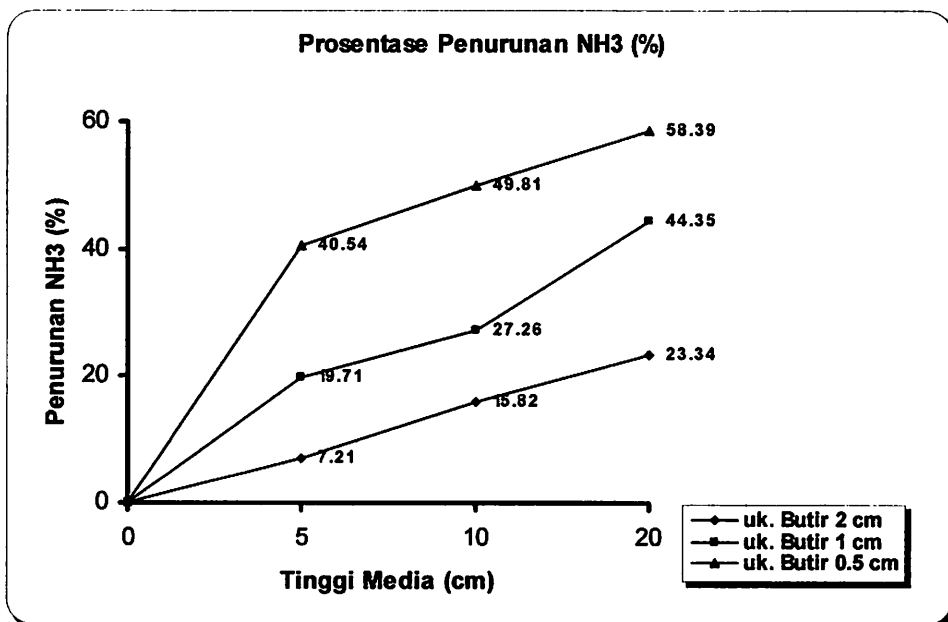
$$\%R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Persentase penurunan digunakan untuk mengetahui besaran yang akan menunjuk kepada keoptimalan dari masing-masing perlakuan yang divariasikan pada suatu penelitian. Persentase penurunan konsentrasi NH<sub>3</sub> pada tiap perlakuan yang telah divariasikan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut ini.

**Tabel 4.9 Data prosentase penurunan konsentrasi NH<sub>3</sub>**

Ukuran Butiran (Cm)	Tinggi Media (Cm)	Kode Bahan	Prosentase Penurunan
2	5	A1	7,22
	10	A2	15,85
	20	A3	23,36
1	5	B1	19,72
	10	B2	28,82
	20	B3	44,35
0,5	5	C1	40,57
	10	C2	49,81
	20	C3	58,39

Berdasarkan tabel 4.9 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan NH<sub>3</sub> pada limbah tahu berkisar antara 7,22 % sampai 58,39 %. Kemampuan terbesar adalah sebesar 58,39 % pada perlakuan C3 (ukuran butiran 0.5 cm dan tinggi media 20 cm), sedangkan kemampuan terkecil adalah sebesar 7,22 % pada perlakuan A1 (ukuran butiran 2 cm dan tinggi media 5 cm).



**Gambar 4.4 Grafik Prosentase Penurunan NH<sub>3</sub>**

#### 4.1.2.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi NH<sub>3</sub> maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Analisa ANOVA**  
**Pengaruh Berbagai Variasi Perlakuan terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>**

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NH3

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	325.938 <sup>a</sup>	8	40.742	305.618	.000
Intercept	5767.298	1	5767.298	43261.947	.000
PERLK	325.938	8	40.742	305.618	.000
Error	2.400	18	.133		
Total	6095.636	27			
Corrected Total	328.337	26			

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .989)

Pada tabel 4.10 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis,

H<sub>0</sub> : Kesembilan rata-rata perlakuan adalah identik

H<sub>1</sub> : Kesembilan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Kesimpulan.

Terlihat bahwa nilai F hitung untuk perlakuan sebesar 305,618 dengan probabilitas 0,000. Karena probabilitas < 0,05, maka Ho ditolak atau rata-rata konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> dalam kesembilan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Hasil uji Duncan menunjukkan terdapat beda Nyata pada setiap perlakuan . Konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> terendah terdapat pada kombinasi perlakuan ukuran butiran sebesar 0,5 cm dan tinggi media bentonit 20 cm yaitu sebesar 8,92 (mg/l) dan konsentrasi NH<sub>3</sub> tertinggi terdapat pada perlakuan ukuran butiran sebesar 2 cm dan tinggi media bentonit 0,5 cm yaitu sebesar 19,89 (mg/l). Hasil tersebut dapat dilihat pada lampiran hasil analisa statistik.

#### 4.1.2.3 Analisis Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi . hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Analisa Korelasi  
Konsentrasi NH<sub>3</sub> dengan Diameter Butiran dan Tinggi Kolom**

Correlations

		NH3	UKBT	TGMED
NH3	Pearson Correlation	1	.830**	-.489**
	Sig. (1-tailed)	.	.000	.005
	N	27	27	27
UKBT	Pearson Correlation	.830**	1	.000
	Sig. (1-tailed)	.000	.	.500
	N	27	27	27
TGMED	Pearson Correlation	-.489**	.000	1
	Sig. (1-tailed)	.005	.500	.
	N	27	27	27

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

Besar hubungan antar variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah:

- Konsentrasi NH<sub>3</sub> dengan ukuran butiran adalah 0,830. Hal ini menunjukkan hubungan yang erat, arah hubungan positif menunjukkan semakin besar ukuran butiran akan diikuti dengan konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> yang tinggi pula. Tingkat signifikan NH<sub>3</sub> dan ukuran butiran yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

- Konsentrasi NH<sub>3</sub> dengan tinggi media adalah -0,489. Hal ini menunjukkan hubungan yang erat (mendekati 0,5), arah hubungan negatif menunjukkan semakin tinggi media akan diikuti dengan konsentrasi akhir NH<sub>3</sub> yang semakin rendah. Tingkat signifikan NH<sub>3</sub> dan tinggi media yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

#### 4.1.2.4 Analisis Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut :

**Tabel 4.12 Analisa Regresi Anova**

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	101,441	2	50,720	42,595	,000 <sup>a</sup>
	Residual	7,145	6	1,191		
	Total	108,585	8			

a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

b. Dependent Variable: NH<sub>3</sub>

Dari hasil uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 42,595 dengan tingkat signifikan 0,000, karena probabilitas (0,000) kurang dari atau lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi konsentrasi NH<sub>3</sub>.

**Tabel 4.13 Persamaan Regresi**

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	12,392	1,029		12,045	,000
	UKBT	4,638	,583	,833	7,952	,000
	TGMED	-,273	,058	-,491	-4,686	,003

a. Dependent Variable: NH<sub>3</sub>



1. Persamaan regresi:  $Y = 12,392 + 4,638 X_1 - 0,273 X_2$

Dimana,

Y : Konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$

$X_1$  : Ukuran butiran

$X_2$  : Tinggi media

Hasil analisa statistik menunjukkan nilai R sebesar 0,967 yang berarti bahwa hubungan yang kuat antar konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$  dengan ukuran butiran dan tinggi media. Sedangkan R square sebesar 0,927, yang berarti bahwa 92,7 % nilai variabel konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$  dipengaruhi oleh ukuran butiran dan tinggi media. Berdasarkan nilai R dan  $R^2$  tersebut maka model persamaan di atas dapat diterima.

2. Uji t untuk signifikansi konstanta dari variabel bebas (X)

Hipotesis,

$H_0$  : Koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  : Koefisien regresi signifikan

Keputusan,

- a. Nilai t hitung pada tabel *Coefficients* untuk ukuran butiran sebesar 7,952 dan untuk tinggi media sebesar 4,686, sedangkan t tabel (0,05;6) adalah 2,447. Oleh karena t hitung > t tabel, maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan.
- b. Berdasarkan probabilitas  
Pada tabel *Coefficients* dapat dilihat bahwa nilai Sig. untuk ukuran butiran dan tinggi media adalah sebesar 0,000 dan 0,003 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05, maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan.

3. Interpretasi koefisien regresi

- a. Variabel ukuran butiran ( $X_1$ )

Koefisien regresi sebesar 4,638 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ukuran butiran akan meningkatkan konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$  sebesar 4,638 mg/l.

a. Variabel tinggi media ( $X_2$ )

Koefisien regresi sebesar  $- 0,273$  menyatakan bahwa setiap penambahan tinggi media sebanyak 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$  sebesar  $0,273 \text{ mg/l}$

#### 4.1.3 Konsentrasi Akhir Kekeruhan

##### 4.1.3.1 Analisa Deskriptif

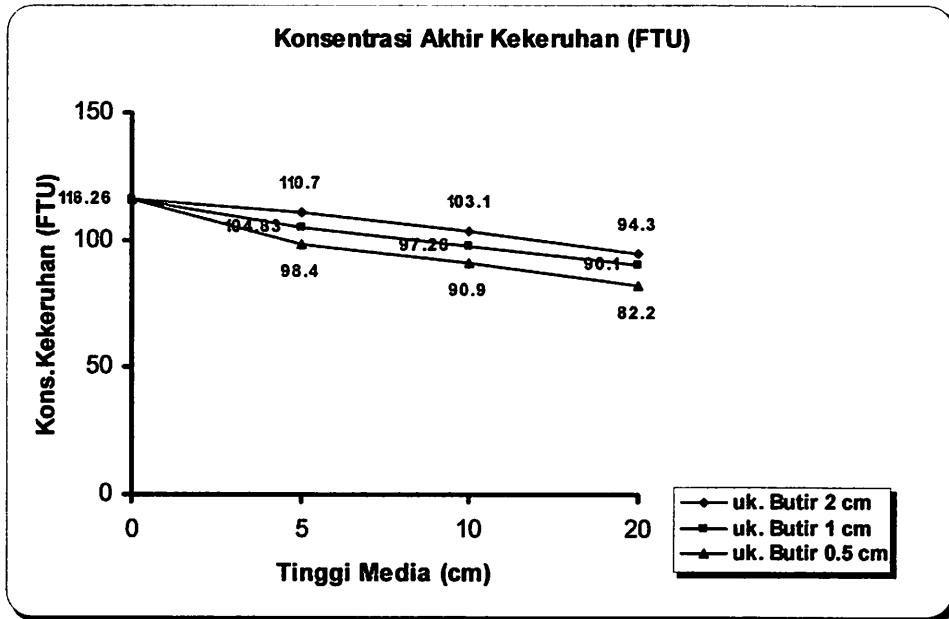
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentonit sebagai media adsorpsi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi kekeruhan pada limbah tahu. Konsentrasi akhir kekeruhan yang diturunkan oleh bentonit sebagai media adsorpsi dapat dilihat pada tabel 4.14.

**Tabel 4.14. Data Konsentrasi Akhir Kekeruhan**

Ukuran Butiran (Cm)	Tinggi Media (Cm)	Kode Bahan	Kekeruhan (FTU)
2	5	A1	110,7
	10	A2	103,1
	20	A3	94,36
1	5	B1	104,83
	10	B2	97,26
	20	B3	90,1
0.5	5	C1	98,4
	10	C2	90,9
	20	C3	82,2

Berdasarkan tabel 4.14 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kekeruhan pada limbah tahu semakin meningkat seiring dengan semakin tingginya media dan kecilnya butiran adsorben (bentonit).

Konsentrasi akhir kekeruhan terendah terdapat pada kode bahan C3 yaitu sebesar 82,2 (FTU) dan konsentrasi akhir kekeruhan tertinggi adalah pada kode bahan A1 yaitu sebesar 110,7 (FTU). Dari data yang diperoleh dari Tabel 4.15 dapat di buat grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5. Grafik penurunan konsentrasi kekeruhan**

Untuk mengetahui persentase penurunan konsentrasi kekeruhan (FTU) dalam setiap perlakuan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

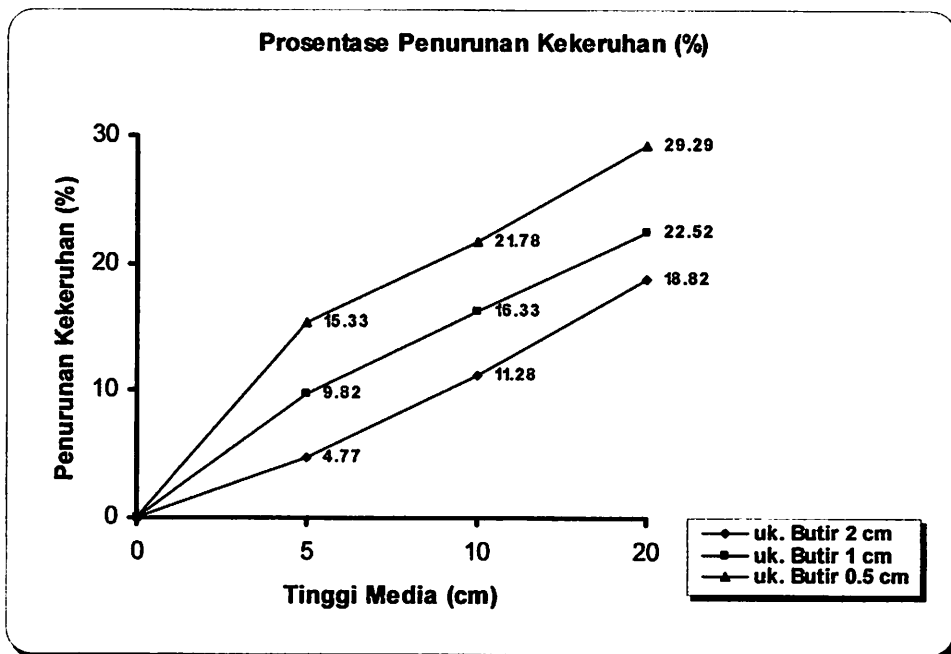
$$\%R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Persentase penurunan digunakan untuk mengetahui besaran yang akan menunjuk kepada keoptimalan dari masing-masing perlakuan yang divariasikan pada suatu penelitian. Persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada tiap perlakuan yang telah divariasikan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut ini.

**Tabel 4.15 Data prosentase penurunan konsentrasi kekeruhan**

Ukuran Butiran (cm)	Tinggi Media (cm)	Kode Bahan	Prosentase (%)
2	5	A1	4,78
	10	A2	11,31
	20	A3	18,83
1	5	B1	9,83
	10	B2	16,34
	20	B3	22,50
0,5	5	C1	15,36
	10	C2	21,81
	20	C3	29,29

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan Kekeruhan pada limbah tahu berkisar antara 4,78 % sampai 29,29 %. kemampuan terbesar adalah sebesar 29,29 % pada perlakuan C3 (ukuran butiran 0.5 cm dan tinggi media 20 cm), sedangkan kemampuan terkecil adalah sebesar 4,78 % pada perlakuan A1 (ukuran butiran 2 cm dan tinggi media 5 cm). Dari data yang diperoleh dari Tabel 4.16 dapat di buat grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.6.



**Gambar 4.6. Grafik Prosentase penurunan Kekeruhan**

#### 4.1.3.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi kekeruhan maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.17 dibawah ini.

**Tabel 4.16 Analisa ANOVA**  
**Pengaruh Berbagai Perlakuan terhadap Konsentrasi Kekeruhan**

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KKRH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1798.554 <sup>a</sup>	8	224.819	3793.825	.000
Intercept	253422.579	1	253422.579	4276506	.000
PERLK	1798.554	8	224.819	3793.825	.000
Error	1.067	18	5.926E-02		
Total	255222.200	27			
Corrected Total	1799.621	26			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

Hipotesis,

$H_0$  : Kesembilan rata-rata perlakuan adalah identik

$H_1$  : Kesembilan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Keputusan.

Terlihat bahwa nilai F hitung untuk perlakuan sebesar 3793,825 dengan probabilitas 0,000. Karena probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata konsentrasi akhir Kekeruhan dalam kesembilan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir kekeruhan yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Hasil uji Duncan menunjukkan terdapat beda Nyata pada setiap perlakuan . Konsentrasi akhir kekeruhan terendah terdapat pada kombinasi perlakuan ukuran butiran sebesar 0,5 cm dan tinggi media bentonit 20 cm yaitu sebesar 82,20 (FTU) dan konsentrasi kekeruhan tertinggi terdapat pada perlakuan ukuran butiran sebesar 2 cm dan tinggi media bentonit 0,5 cm yaitu sebesar 110,70 (FTU). Hasil tersebut dapat dilihat pada lampiran hasil analisa statistik.

### 4.1.3.3 Analisis Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi . Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.16 dibawah ini.

**Tabel 4.17 Analisa Korelasi  
Konsentrasi Kekeruhan dengan Diameter Butiran Dan Tinggi Kolom**

		KKRH	UKBT	TGMED
KKRH	Pearson Correlation	1	.591**	-.779**
	Sig. (1-tailed)	.	.001	.000
	N	27	27	27
UKBT	Pearson Correlation	.591**	1	.000
	Sig. (1-tailed)	.001	.	.500
	N	27	27	27
TGMED	Pearson Correlation	-.779**	.000	1
	Sig. (1-tailed)	.000	.500	.
	N	27	27	27

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

Besar hubungan antar variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah:

- Konsentrasi Kekeruhan dengan ukuran butiran adalah 0,591. Hal ini menunjukkan hubungan yang erat, arah hubungan positif menunjukkan semakin besar ukuran butiran akan diikuti dengan konsentrasi akhir Kekeruhan yang tinggi pula. Tingkat signifikan Kekeruhan dan ukuran butiran yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Konsentrasi Kekeruhan dengan tinggi media adalah -0,779. Hal ini menunjukkan hubungan yang erat, arah hubungan negatif menunjukkan semakin tinggi media akan diikuti dengan konsentrasi akhir Kekeruhan yang semakin rendah. Tingkat signifikan Kekeruhan dan tinggi media yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

#### 4.1.3.4 Analisis Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratn hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut :

**Tabel 4.18 Hasil Uji Regresi ANOVA**

ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	573,164	2	286,582	65,557	,000 <sup>a</sup>
	Residual	26,229	6	4,372		
	Total	599,393	8			

a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

b. Dependent Variable: KKRH

Dari hasil uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 65,557 dengan tingkat signifikan 0,000, karena probabilitas (0,000) kurang dari atau lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi konsentrasi kekeruhan.

**Tabel 4.19 Tabel Persamaan Regresi**

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	99,736	1,971		50,595	,000
	UKBT	7,742	1,118	,592	6,928	,000
	TGMED	-1,019	,112	-,779	-9,117	,000

a. Dependent Variable: KKRH

1. Persamaan regresi:  $Y = 99,736 + 7,742 X_1 - 1,019 X_2$

Dimana,

Y : Konsentrasi akhir Kekeruhan

X<sub>1</sub> : Ukuran butiran

X<sub>2</sub> : Tinggi media

Hasil analisa statistik menunjukkan nilai R sebesar 0,978 yang berarti bahwa hubungan yang kuat antar konsentrasi akhir Kekeruhan dengan ukuran butiran dan tinggi media. Sedangkan R square sebesar 0,956, yang

berarti bahwa 95,6 % nilai variabel konsentrasi akhir Kekeruhan dipengaruhi oleh ukuran butiran dan tinggi media. Berdasarkan nilai R dan  $R^2$  tersebut maka model persamaan di atas dapat diterima.

2. Uji t untuk signifikansi konstanta dari variabel bebas (X)

Hipotesis,

$H_0$  : Koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  : Koefisien regresi signifikan

Keputusan,

a. Nilai t hitung pada tabel *Coefficients* untuk ukuran butiran sebesar 6,928 dan untuk tinggi media sebesar 9,117, sedangkan t tabel (0,05;6) adalah 2,447. Oleh karena t hitung > t tabel, maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan.

b. Berdasarkan probabilitas

Pada tabel *Coefficients* dapat dilihat bahwa nilai Sig. untuk ukuran butiran dan tinggi media adalah sebesar 0,000 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05, maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan.

3. Interpretasi koefisien regresi

a. Variabel ukuran butiran ( $X_1$ )

Koefisien regresi sebesar 7,742 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ukuran butiran akan meningkatkan konsentrasi akhir kekeruhan sebesar 7,742 FTU.

b. Variabel tinggi media ( $X_2$ )

Koefisien regresi sebesar - 1,019 menyatakan bahwa setiap penambahan tinggi media sebanyak 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir kekeruhan sebesar 1,019 FTU



## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi COD

Karakteristik limbah cair tahu memiliki kecenderungan mempunyai konsentrasi COD yang sangat tinggi sehingga tidak layak untuk dibuang ke badan air. Herlambang (2002) memaparkan bahwa konsentrasi COD yang pernah diteliti, bisa mencapai kisaran angka 7.500 – 14.000 mg/l. Ada beberapa proses pengolahan limbah yang diharapkan bisa menurunkan konsentrasi COD pada limbah cair tahu, salah satunya adalah adsorpsi dengan menggunakan media adsorben berupa bentonit. Bentonit mempunyai kemampuan untuk menyerap bahan-bahan organik yang dapat menyebabkan tingginya konsentrasi COD dalam suatu limbah cair.

COD (Chemical Oxygen Demand) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah Oksigen ( $\text{mg}/\text{O}_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada didalam 1 l sampel air/air limbah, dimana pengoksidasi  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Suplai oksigen bagi bakteri akan berkurang seiring dengan berkurangnya oksigen terlarut dalam perairan sehingga bakteri-bakteri tersebut akan mati kekurangan oksigen. Proses dekomposisi selanjutnya akan dilanjutkan oleh bakteri anaerobik yang menghasilkan gas-gas beracun. Untuk itu diperlukan pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk menurunkan kandungan COD sehingga tidak membahayakan lingkungan dan ekosistem yang ada didalamnya dimana limbah cair akan dibuang.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa bentonit mempunyai kemampuan untuk menurunkan konsentrasi COD (Chemical Oksigen Demand), dengan jalan memvariasikan ukuran butiran dan tinggi media bentonit sehingga didapat hasil penurunan konsentrasi COD yang maksimal. Penurunan konsentrasi COD berkisar antara 5515,78 mg/l – 4053,56 mg/l dari konsentrasi awal sebesar 5750,50 mg/l. Konsentrasi akhir tertinggi adalah sebesar 5515,78 mg/l, sedangkan konsentrasi akhir terendah adalah sebesar 4053,56 mg/l, konsentrasi akhir terendah tercapai dengan memvariasikan butiran bentonit sebesar 0,5 cm dengan

tinggi media setinggi 20 cm. Prosentase penurunan konsentrasi COD berkisar antara 11,03 % - 29,50 %.

Menurut Abdul latief (2005), semakin kecil ukuran butiran dan tinggi media adsorben akan menyebabkan turunnya konsentrasi adsorbat, dijelaskan pula bahwa semakin kecil ukuran adsorben maka luas permukaannya akan semakin besar sehingga dengan luasnya permukaan tersebut dapat memaksimalkan proses penyerapan adsorbat oleh adsorben. Ukuran butiran adsorben yang kecil juga akan memaksimalkan penyerapan zat organik, pestisida, bau, warna, klor, zat organik terlarut dan bermacam-macam logam.

Hasil analisa korelasi (tabel 4.5) antara konsentrasi COD dengan diameter butiran dan tinggi kolom, menunjukkan hubungan yang positif (diameter butiran) sebesar 0,715 menunjukkan semakin besar diameter ukuran butiran akan diikuti pula oleh konsentrasi COD yang semakin tinggi pula. Tingkat signifikansi COD dan ukuran butiran ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan). Hubungan antara konsentrasi COD dan tinggi media menunjukkan hubungan yang negatif sebesar -0,602; hal ini menunjukkan semakin tinggi media adsorben akan diikuti dengan konsentrasi COD yang rendah pula. Tingkat signifikansi COD dan tinggi media sebesar (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

Analisa regresi digunakan untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antar variabel dalam hal ini adalah konsentrasi COD, ukuran butiran bentonit, dan tinggi media bentonit. Hasil analisa menunjukkan nilai R sebesar 0,873; yang berarti bahwa 87,3 % nilai variabel konsentrasi akhir COD dipengaruhi oleh ukuran butiran dan tinggi media. Interpretasi koefisien regresi menunjukkan koefisien regresi variabel ukuran butiran ( $X_1$ ) sebesar 365,523; menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ukuran butiran akan meningkatkan konsentrasi akhir COD sebesar 365,523 mg/l. Sedangkan variabel tinggi media ( $X_2$ ) menunjukkan koefisien regresi sebesar -30,756, menyatakan bahwa setiap penambahan tinggi media sebesar 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 30,756 mg/l.

#### 4.2.2 Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>

Limbah cair tahu yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia dan hayati yang akan menghasilkan zat beracun. Bila dibiarkan dalam air limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini akan mengakibatkan sakit pernapasan. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi (Herlambang, 2002). Amonia dalam larutan berada dalam kesetimbangan seperti berikut,



sebuah ion amonia dibentuk bersama dengan ion hidroksida. Karena amonia merupakan basa lemah, keadaan ion tidak lama dan kembali lagi ke keadaan semula. Kesetimbangan bergeser ke arah kiri. Amonia bereaksi sebagai basa karena adanya pasangan bebas yang aktif dari nitrogen, Nitrogen lebih elektronegatif dari hidrogen sehingga menarik ikatan elektron pada molekul amonia kearahnya. Atau dengan kata lain dengan adanya pasangan bebas terjadi muatan negatif sekitar atom nitrogen. Kombinasi dari negatifitas ekstra tersebut dan daya tarik pasangan bebas, menarik hidrogen dari air.

Didalam penelitian ini terjadi proses pertukaran ion antara bentonit dengan amonia (NH<sub>3</sub>), dimana clinoptilolite sebagai mineral penyusun batuan bentonit yang mempunyai kapasitas pertukaran ion total 1,6 hingga 2,0 meq/g akan lebih mudah bertukaran dengan amonia dibandingkan Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, dan Ca<sup>2+</sup> (Benefield, 1982 dalam Slamet, 2000). Selain itu bentonit juga termasuk kedalam kelompok monmorilonit atau kadang-kadang juga disebut kelompok smektit, yang mempunyai struktur 3 lembar. Bentonit ini mempunyai atom-atom Mg dan ion-ion feri pada lembar oktahedralnya. Mineral-mineral dalam liat kelompok monmorilonit mempunyai ukuran butiran yang sangat halus. Luas permukaan spesifiknya adalah sekitar 400-800 m<sup>2</sup>/g. Sifat penting lain dari bentonit ini adalah kemampuan untuk menukar kation yang cukup besar. Nilai KTK bentonit adalah sebesar 70-100 meq/100 gr liat ( Notodarmojo, 2004).

Hasil penelitian (tabel 4.8) menunjukkan bahwa bentonit mampu menurunkan konsentrasi  $\text{NH}_3$ . Penurunan konsentrasi  $\text{NH}_3$  akhir berkisar antara 8,92 mg/l - 19,89 mg/l. Konsentrasi akhir maksimal sebesar 8,92 mg/l tercapai pada variasi butiran 0,5 cm dengan tinggi media 20 cm (kode bahan C3). Gambar 4.3 menunjukkan bahwa proses penurunan konsentrasi  $\text{NH}_3$  selalu diikuti oleh penambahan tinggi media serta pengurangan ukuran butiran. Dalam tabel 4.9 (prosentase penurunan konsentrasi) ditunjukkan prosentase penurunan konsentrasi  $\text{NH}_3$  berkisar antara 7,22 % sampai 58,39 %. Prosentase penurunan sebesar 58,39 % dicapai pada variasi butiran 0,5 cm dan tinggi media 20 cm. Prosentase penurunan tersebut merupakan prosentase penurunan terbesar dibandingkan dengan penurunan 2 (dua) parameter yang lainnya, hal tersebut dikarenakan bentonit dengan penyusun mineral utamanya clinoptilolite, merupakan resin alami terbaik dalam menurunkan kandungan amonia (Tchbanoglous, 1991 dalam Slamet, 2000).

Uji korelasi digunakan untuk menunjukan hubungan antar ciri variabel yang dimati. Hasil uji (tabel 4.11) tersebut menunjukkan hubungan kearah positif (ukuran butiran dengan konsentrasi  $\text{NH}_3$ ) sebesar 0,803, bahwasanya semakin besar ukuran butiran akan diikuti dengan semakin tingginya konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$ . Sedangkan tingkat signifikan  $\text{NH}_3$  dan ukuran butiran yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata. Demikian juga dengan analisa regresi, yang digunakan untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antar variabel.

Dari hasil perhitungan (tabel 4.12 dan tabel 4.13) menunjukkan nilai R sebesar 0,967 yang berarti bahwa hubungan yang kuat antar konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$  dengan ukuran butiran dan tinggi media. Sedangkan R square sebesar 0,927, yang berarti bahwa 93,4 % nilai variabel konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$  dipengaruhi oleh ukuran butiran dan tinggi media. Sedangkan sisanya sebesar 6,6 % dipengaruhi faktor lain, faktor lain yang berpengaruh menurut Bernasconi dalam Latief (2004) adalah suhu, debit aliran, dan waktu kontak. Intepretasi koefisien regresi variabel ukuran butiran ( $X_1$ ) Koefisien regresi sebesar 4,638 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ukuran butiran akan meningkatkan konsentrasi akhir  $\text{NH}_3$

sebesar 4,638 mg/L , sedangkan Koefisien regresi variabel tinggi media ( $X_2$ ) sebesar - 0,273 menyatakan bahwa setiap penambahan tinggi media sebanyak 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir  $NH_3$  sebesar 0,273 mg/L.

#### **4.2.3 Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi Kekeruhan**

Pada dasarnya terdapat dua kelompok zat dalam larutan, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik serta zat tidak terlarut seperti tanah liat, kwarts dan masih banyak lagi. Zat padat tidak terlarut dibagi lagi menjadi dua, yaitu zat padat tersuspensi dan koloida. Perbedaan pokok dari zat-zat ini adalah karena ukuran atau diameter partikelnya. Kekeruhan didalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organis dan zat-zat halus lainnya.

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air sungai, kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun segi kualitas air itu sendiri (C. Fred Gurnhaam dalam Sugiharto). Air limbah dengan kekeruhan yang sangat tinggi jika dibuang ke dalam badan air akan menghambat masuknya cahaya matahari yang mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dalam ekosistem perairan tersebut. Pada limbah tahu, kekeruhan diakibatkan oleh sisa-sisa padatan yang berupa partikel-partikel kecil bubur kedelai, yang merupakan bahan dasar pada pembuatan tahu. Disebutkan juga didalam Herlambang (2002) bahwa sisa-sisa bubur kedelai yang tidak ikut menggumpal menjadi tahu akan membentuk suatu suspensi yang menyebabkan kekeruhan, konsentrasi kekeruhan limbah tahu yang diakibatkan berkisar antara 535 – 585 FTU.

Bentonit sebagai media adsorpsi dalam kolom hamparan tetap, terbukti dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan. Konsentrasi akhir kekeruhan dapat diturunkan hingga pada kisaran 4,78 % sampai dengan 25,29 % (tabel 4.15 dan gambar 4.6). Pada tabel 4.14 dan gambar 4.5 ditunjukkan bahwa penurunan kekeruhan yang paling tinggi sebesar 82,2 FTU terdapat pada variasi diameter 0,5 cm dengan tinggi media 20 cm dari konsentrasi awal kekeruhan sebesar 116,26 FTU. Hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan bahwa bahwa semakin besar diameter ukuran butiran akan diikuti pula oleh konsentrasi

kekeruhan yang semakin tinggi pula. Hal itu dapat diperkuat dengan hasil analisa korelasi (tabel 4.17) antara konsentrasi kekeruhan dengan diameter butiran dan tinggi kolom, menunjukkan hubungan yang positif (diameter butiran) sebesar 0,591 menunjukkan bahwa semakin besar diameter ukuran butiran akan diikuti pula oleh konsentrasi kekeruhan yang semakin tinggi pula, sedangkan tingkat signifikansi kekeruhan dan ukuran butiran yang ditunjukkan dengan nilai (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan). Hubungan antara konsentrasi kekeruhan dan tinggi media menunjukkan hubungan yang negatif sebesar -0,779, hal ini menunjukkan semakin tinggi media adsorben maka akan diikuti dengan konsentrasi kekeruhan yang rendah pula. Tingkat signifikansi kekeruhan dan tinggi media sebesar (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

Menurut Jasji didalam Latief (2005), zat pengadsorpsi atau adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada letak-letak tertentu didalam partikel adsorben. Tinggi kolom adsorpsi 20 cm membuat adanya kesempatan pori-pori butir adsorben untuk mengikat adsorbat sebanyak-banyaknya. Menurut Bohari dan Adams didalam Latief (2005) bahwa kolom adsorpsi yang semakin meninggi akan menghasilkan reaksi adsorpsi yang proporsional untuk mengadsorpsi adsorbat pada media adsorben. Pernyataan diatas diperjelas dengan hasil analisa regresi yang digunakan untuk mengetahui bukti empiris keeratatan hubungan antar variabel dalam hal ini adalah konsentrasi kekeruhan, ukuran butiran (diameter) bentonit, serta tinggi media bentonit. Didapatkan hasil analisa sebagai berikut, nilai R sebesar 0,978, yang berarti bahwa 97,8%, nilai variabel konsentrasi akhir kekeruhan dipengaruhi oleh ukuran butiran dan tinggi media sedangkan sisanya sebesar 4,4 % dipengaruhi faktor lain, faktor lain yang berpengaruh adalah suhu, debit aliran, dan waktu kontak. Pengaruh dari variabel diameter dan tinggi media terhadap penurunan konsentrasi COD, NH<sub>3</sub>, dan kekeruhan

Berdasarkan Interpretasi koefesien regresi menunjukkan bahwa koefesien regresi variabel ukuran butiran (X<sub>1</sub>) sebesar 7,742; menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ukuran butiran akan meningkatkan konsentrasi akhir COD sebesar 7,742 FTU. Sedangkan variabel tinggi media (X<sub>2</sub>) menunjukkan koefesien

regresi sebesar -1,019; menyatakan bahwa setiap penambahan tinggi media sebesar 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir kekeruhan sebesar -1,019 FTU.

Didalam proses adsorpsi ini terjadi proses penyerapan zat-zat penyusun kekeruhan oleh permukaan bentonit (adsorben). Proses tersebut terjadi pada waktu limbah dialirkan melalui kolom adsorpsi. Pada saat itu partikel-partikel penyusun utama kekeruhan (bubur kedelai yang tidak ikut menggumpal dan sisa kulit kedelai) akan terserap oleh butiran-butiran bentonit. Partikel-partikel yang mempunyai ukuran lebih kecil akan lolos atau tidak terserap oleh bentonit.

□□□□ BAB II  
TINJAUAN PUSTAKA



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Air Limbah**

Menurut Sugiharto (1987), air limbah adalah segala sisa aktifitas produksi maupun manusia yang tidak terpakai, baik berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum yang lainnya dan biasanya mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan serta mengganggu kelestarian lingkungan hidup. Sedangkan menurut Metcalf & Eddy (1991) dalam Iyan Ferdian (2005), batasan air limbah adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri bersama-sama dengan air tanah, air permukaan, dan air hujan yang mungkin ada.

Dari uraian diatas dapat kita ringkas dan simpulkan, bahwa air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya kegiatan manusia maupun proses produksi.

Air limbah biasanya dibuang dialam melalui tanah maupun badan air. Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk maupun jumlah produksi. Air limbah akan berubah menjadi berbahaya apabila konsentrasinya sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, sebelum dibuang ke badan air maupun lingkungan. Air limbah yang tidak diolah atau dibiarkan terakumulasi, maka penguraian bahan-bahan organik dengan berbagai macam kandungannya dapat menghasilkan produksi gas-gas dengan bau yang tidak sedap. Dalam jumlah yang banyak air limbah dapat mengandung berbagai mikroorganisme patogen atau penyebab penyakit pada manusia. Sehingga perlu dilakukan penanganan atau pengolahan air limbah yang lebih seksama dan terpadu sebelum dibuang ke badan air agar tidak mencemari lingkungan.

### **2.1.1 Jenis dan Sumber Limbah**

Didalam jenisnya, limbah yang dihasilkan oleh suatu aktivitas makhluk hidup ataupun proses suatu industri dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam yang diantaranya adalah :

- **Limbah Cair (Liquid Wasted)**  
Merupakan sisa aktifitas produksi berupa cairan yang tidak terpakai.
- **Limbah Gas (Gaseous Wasted)**  
Merupakan sisa aktifitas produksi yang berupa gas atau suspensi yang melayang.
- **Limbah Padat (Solid Wasted)**  
Limbah yang berasal dari sisa aktifitas produksi yang tidak terpakai yang berupa gas atau partikel yang melayang atau memanfaatkan udara sebagai media (Sugiharto, 1987)..

Sedangkan air limbah didapatkan dari berbagai sumber yang antara lain berasal dari :

- **Domestik atau Rumah Tangga**  
Air limbah yang berupa hasil dari aktifitas manusia sehari-hari seperti mencuci, memasak dan kegiatan pada fasilitas sosial maupun komersial.
- **Industri**  
Air limbah yang berasal dari kegiatan industri maupun produksi yang menghasilkan suatu produk.
- **Sumber Alami**  
Air buangan yang berasal dari hujan, salju yang mencair atau buangan makhluk hidup.

## 2.2 Karakteristik Air Limbah

Secara garis besar komposisi atau karakteristik air limbah dapat dibedakan berdasarkan parameter fisik, kimia dan biologis. Adapun parameter-parameter terukur tersebut adalah sebagai berikut:

### 2.2.1 Parameter Fisik

#### – Bahan Padat Total (TDS/Total Dissolved Solid)

Bahan padat total terdiri dari bahan tidak terlarut atau bahan padat terapung serta senyawa yang terlarut dalam air. Kandungan bahan padat terlarut dalam air. Kandungan bahan padat terlarut ditentukan dengan mengeringkan serta menghitung residu yang dihasilkan dari proses pengeringan oleh air dan apabila dinyalakan api maka bahan padat yang teruapkan akan terbakar. Bahan padat terendapkan adalah bahan padat yang dapat diambil dengan cara pengendapan, biasanya sekitar 60 % bahan padat terapung dalam air limbah yang diendapkan.

#### – Warna

Warna yang ada pada air limbah cair merupakan sifat fisik kualitatif yang dapat dijadikan penilaian terhadap limbah cair. Limbah cair yang berwarna coklat muda menandakan bahwa air limbah tersebut berumur kurang dari enam jam. Jika berwarna abu-abu setengah tua berarti air limbah sedang mengalami pembusukan oleh bakteri dengan kondisi anaerobik yang disebabkan oleh pembentukan berbagai sulfida terutama *ferrous sulfida*. Pada limbah tahu konsentrasi parameter warna berkisar antara 2.225 – 2.250 Pt.Co, warna pada limbah tahu yang segar biasanya berwarna kuning kecoklatan, warna tersebut berasal dari campuran air dan saripati bubur kedelai (Arie Herlambang, 2002).

#### – Bau

Air limbah baru biasanya menghasilkan bau yang tidak begitu merangsang tetapi berbagai senyawa yang berbau dilepaskan pada saat air limbah terurai secara biologis pada kondisi *anaerobic*. Senyawa utama yang berbau adalah hidrogen Sulfida yang mempunyai bau seperti telur busuk. Senyawa-senyawa lain yang terbentuk pada kondisi *anaerobic*

yang mungkin pula menyebabkan bau yang lebih merangsang daripada bau hidrogen sulfida.

– Temperatur

Suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari pada suhu air bersih. Suhu ini sangat berpengaruh terhadap aktifitas biologis, kelarutan gas dan viskositas didalam proses sedimentasi secara reaksi kimia dan biokimia. Selain itu suhu air limbah bervariasi pada musim dan letak geografisnya (Sri Sumestri, 1984). Berdasarkan penelitian Arie Herlambang, 2002 temperatur yang terukur pada limbah cair tahu adalah sebesar  $37^{\circ}\text{C}$  -  $45^{\circ}\text{C}$ .

– Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan yaitu hamburan dan adsorbansi cahaya yang melaluinya, kekeruhan disebabkan karena adanya partikel-partikel kecil dan koloid yang berupa tanah liat, sisa-sisa tanaman, ganggang, dan sebagainya. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis suspensi, karena tergantung pada ukuran dan bentuk (Sri Sumestri, 1984). Air limbah dengan kekeruhan yang sangat tinggi jika dibuang ke dalam badan air akan menghambat masuknya cahaya matahari yang mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dalam ekosistem perairan tersebut.

Parameter kekeruhan pada limbah cair tahu berasal dari sisa bubuk kedelai yang bercampur dengan air, sehingga membentuk suspensi yang menyusun kekeruhan. Konsentrasi kekeruhan yang terdapat pada limbah cair tahu adalah sebesar 535 – 585 FTU (Arie Herlambang, 2002).

Dalam mengukur nilai kekeruhan dari suatu badan air atau air limbah dapat dilakukan dengan 3 metode:

1. Metode Nefelometri (unit kekeruhan nefelometrik, FTU atau NTU).

Prinsip metode nefelometrik adalah perbandingan antara intensiti cahaya yang dihamburkan dari suatu sampel air dengan intensiti cahaya yang dihamburkan oleh sesuatu larutan keruh standard pada kondisi yang sama. Makin tinggi intensiti cahaya dihamburkan, maka makin tinggi pula kekeruhannya. Sebagai standard kekeruhan

dipergunakan suspensi polimer formazin (maka satuan penentuan adalah Formazin Turbidity Unit FTU). Kekeruhan dari suspensi standard hampir sama dengan skala kekeruhan 40 unit jackson (UKJ) (Jtu) yang diukur dengan "Candle turbiditymeter" (menggunaan nyala lilin). Oleh karena itu pengukuran kekeruhan dengan skala nefelometrik mempunyai nilai yang hampir sama dengan "candle turbiditymeter"

2. Metode Hellige Turbidimetri (unit kekeruhan silika)
3. Metode Visuil (unit kekeruhan Jackson) (Sumestri, 1984).

### **2.2.2 Parameter Kimia**

#### **– Bahan Organik**

Bahan organik merupakan indikator umum bahan organik yang dapat larut akan mengakibatkan berkurangnya oksigen yang terlarut didalam air dan jumlahnya dapat diukur dengan BOD, COD, TOC dan TOD. Zat yang termasuk bahan organik antara lain: karbon, urea, nitrogen dan sulfur.

#### **– Bahan Anorganik**

Beberapa komponen anorganik dari air limbah sangat penting untuk peningkatan dan pengawasan kualitas air. Jumlah kandungan bahan anorganik meningkat sejalan dengan dipengaruhi formasi geologis dari sumber air limbah tersebut. Kandungan zat-zat anorganik dalam limbah cair antara lain: arsen, barium, besi, florida, kadmium, kesadahan, chromium, perak dan sianida.

#### **– pH ( Derajat tingkat keasaman)**

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas air bersih maupun air limbah adapun kadar yang baik dimana masih memungkinkan adanya kehidupan biologis didalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis sehingga mengganggu proses penghilangan kekeruhan.

– NH<sub>3</sub> (Amoniak)

Nitrogen dapat ditemui hampir disetiap badan air dalam bermacam-macam bentuk. Bentuk unsur tersebut tergantung dari tingkat oksidasinya, antara lain sebagai berikut: NH<sub>3</sub> – N<sub>2</sub> – NO<sub>2</sub> – NO<sub>3</sub>, biasanya senyawa-senyawa nitrogen tersebut adalah senyawa terlarut. Nitrogen netral berada sebagai gas N<sub>2</sub> yang merupakan hasil suatu reaksi yang sulit untuk bereaksi lagi; N<sub>2</sub> lenyap dari larutan sebagai gelembung gas, karena kadar udara kedalam air dengan melalui perantara ganggang dan berbagai jenis bakteri yang digunakan sebagai nutrisi dalam pertumbuhannya.

Amonia (NH<sub>3</sub>) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH<sub>4</sub> pada pH rendah dan disebut ammonium. Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni maupun tinja, juga berasal dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air buangan ataupun air alam. Dapat dikatakan amoniak berada dimana-mana dari kadar beberapa mg/l pada air permukaan dan air tanah, sampai kira-kira 30 mg/l lebih, pada air buangan. Air tanah mengandung sedikit NH<sub>3</sub>, karena NH<sub>3</sub> dapat menempel pada butir-butir tanah liat selama infiltrasi air kedalam tanah, dan sukar terlepas dari butir-butir tanah liat tersebut (Sumestri, 1984). Kadar NH<sub>3</sub> yang terkandung dalam limbah cair tahu adalah sebesar 23,3 – 23,5 mg/l. Terbentuknya NH<sub>3</sub> dalam air limbah tahu dikarenakan terjadinya proses pembusukan sisa-sisa bubur kedelai (penyusutan kekeruhan) (Herlambang, 2002).

### 2.2.3 Parameter Biologis

Berbagai jenis bakteri yang terdapat dalam air limbah sangat berbahaya karena dapat menyebabkan timbulnya penyakit atau sebagai sarang vektor pembawa bibit penyakit. Kebanyakan bakteri didalam 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.

– Kebutuhan Oksigen Kimiawi. (*Chemical Oxygen Demand/COD*)

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987). Suplai oksigen bagi bakteri akan berkurang seiring dengan berkurangnya oksigen terlarut dalam perairan sehingga bakteri-bakteri tersebut akan mati kekurangan oksigen. Proses dekomposisi selanjutnya akan dilanjutkan oleh bakteri anaerobik yang menghasilkan gas-gas beracun. Untuk itu diperlukan pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk menurunkan kandungan COD sehingga tidak membahayakan lingkungan dan ekosistem yang ada didalamnya dimana limbah cair akan dibuang.

Pengujian COD digunakan untuk keadaan oksigen dari bahan organik dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimia dengan menggunakan dikroma pada larutan asam.

### 2.3 Tahu

Tahu merupakan makanan yang terbuat dari bahan baku kedelai dan prosesnya masih sederhana dan terbatas pada skala rumah tangga (Muchlis Hanafi, 1998 dalam Iyan Ferdian, 2005). Tahu juga dapat diartikan sebagai bahan olahan dari ekstrak kedelai diperlakukan dengan asam asetat, adapun bahan-bahan yang digunakan untuk proses produksi tahu antara lain :

– Kedelai

Kedelai merupakan bahan pokok yang paling mutlak untuk produksi tahu. Mutlak dalam arti pada umumnya dipakai sebagai syarat pokok yang harus dipenuhi dalam proses produksi tahu. Tanpa kedelai tidak akan mendapatkan hasil tahu yang diharapkan. Dengan kata lain kedelai sebagai bahan pokok produksi tahu yang tidak dapat diganti dengan bahan lain. Cara memilih kacang kedelai yang baik untuk proses produksi tahu antara lain :

- o Cepat padat
- o Tidak mudah rusak

- Dapat bertahan antara dua sampai tiga hari
  - Banyak menghasilkan pati
  - Memiliki rasa gurih, lezat dan nikmat
- Air Bersih
- Air biasanya digunakan untuk mendapatkan sari kedelai. Didalam proses pembuatan tahu, air digunakan untuk perendaman pencucian, penggilingan, perebusan dan penyaringan
- Pengawet tahu
- Untuk memperpanjang umur tahu, sebagian orang akan mengawetkan tahu agar tahan lama dalam penyimpanan. Pada umumnya proses pengawetan dilakukan dengan cara merendam dalam air atau dengan merebus. Adapula yang diawetkan dengan kunyit sambil diberikan warna kuning. Zat pengawet tersebut diperlukan untuk menghambat atau memperlambat proses fermentasi, asidifikasi atau dekomposisi pada bahan makanan. Zat pengawet sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut:
- Dapat mengawetkan makanan.
  - Tidak berbahaya apabila dimakan.
  - Mudah dipantau kembali setelah dikonsumsi kedalam makanan.
  - Menaikkan taraf ekonomi terhadap kualitas bahan makanan

### **2.3.1 Proses Produksi Tahu**

Pembuatan tahu pada prinsipnya dengan cara mengekstraksi protein, kemudian mengumpulkannya, sehingga terbentuk padatan. Adapun urutan proses produksi tahu adalah sebagai berikut

#### **1. Perendaman dan pencucian.**

Pekerjaan paling awal dalam pembuatan tahu adalah memilih kedelai. Kedelai yang baik adalah kedelai yang baru atau belum tersimpan lama didalam gudang. Kedelai yang baru dapat menghasilkan tahu yang baik. Pada umumnya pengrajin mendapatkan kedelai dari koperasi, disamping dari pasar. Kedelai yang digunakan biasanya berwarna kuning, putih, ataupun hijau dan jarang digunakan kedelai yang berwarna hitam.



Setelah kedelai tersedia, selanjutnya direndam dalam air bersih selama 3 jam. Lama perendaman ini masing-masing pengrajin mempunyai kebiasaan tersendiri, dimana ada yang merendam sampai 4 jam. Untuk setiap 100 kg kedelai direndam dalam air bersih sebanyak 250 liter dan 200 liter, air rendaman tersebut pada akhirnya dibuang sebagai limbah cair. Selanjutnya kedelai hasil rendaman dicuci dengan air bersih sebanyak 400 liter, untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel pada kedelai. Air bekas cucian tersebut yang seluruhnya dibuang sebagai limbah cair.

## 2. Penggilingan

Setelah kedelai direndam dan dicuci bersih, selanjutnya dilakukan penggilingan. Proses penggilingan. Proses penggilingan dilakukan dengan menggunakan mesin, karena penggunaan mesin akan memperhalus hasil gilingan kedelai. Pada saat penggilingan, diberikan air mengalir agar bubur kedelai terdorong keluar. Air yang digunakan untuk proses penggilingan sebanyak 400 liter untuk 100 kg kedelai.

## 3. Perebusan.

Bubur kedelai yang telah terbentuk kemudian diberi air 200 liter untuk 100 kg kedelai, selanjutnya dididihkan dalam tungku pemasak dengan menggunakan uap panas bertekanan yang dihasilkan dari ketel uap. Sebagai bahan bakar ketel uap digunakan kayu, setelah mendidih kemudian dilakukan penyaringan.

## 4. Penyaringan dan pengumpulan

Dalam keadaan panas cairan bahan baku tahu disaring dengan kaoin blaco sambil dibilas dengan air hangat, sehingga susu kedelai terekstrak keluar semua. Ampas padat yang terpisah ditempatkan agak jauh dari proses pembuatan tahu agar tahu tidak terkontaminasi dengan barang kotor. Filtrat dalam keadaan hangat, secara perlahan-lahan diaduk sambil diberikan asam. Air asam berasal dari sisa penggumpalan tahu. Pemberian air asam dihentikan apabila proses terlihat penggumpalan, selanjutnya dilakukan penyaringan kedua.

5. Pencentakan dan pemotongan.

Cairan bening diatas gumpalan tahu dibuang sebagian dan sisa untuk air asam. Gumpalan tahu kemudian diambil dan dituangkan kedalam cetakan kayu yang sudah tersedia dan dialasi dengan kain serta diisi penuh. Selanjutnya kain ditutupkan keseluruh gumpalan tahu dan dipres. Semakin berat benda yang digunakan maka tahu yang dihasilkan pula tahu yang padat (Arie Herlambang, 2002).

Komposisi kandungan tahu adalah unsur air, protein, lemak dan karbohidrat, dengan prosentase komposisi sebagai berikut:

- Air : 84-90 %
- Protein : 5-8 %
- Lemak : 3-4 %
- Karbohidrat : 2-4 %

Untuk lebih jelas mengenai diagram alir proses produksi tahu, Waluyo & Hori, (2004) dalam Iyan Ferdian, (2005) menggambarannya sebagai berikut:



Gambar 2.1 Proses Produksi Tahu

### 2.3.2 Limbah Tahu

Pada proses produksi tahu dihasilkan dua macam limbah, antara lain limbah padat dan limbah cair.

#### – Limbah Padat

Pabrik tahu menghasilkan buangan padat pada saat pencucian berupa biji yang jelek, ceceran biji dan batu kerikil yang terikut didalam biji. Pada saat kedelai diproses menjadi susu kedelai dan disaring menghasilkan ampas. Ampas tahu diolah menjadi tempe gembus yang digunakan sebagai makanan ternak.

#### – Limbah Cair

Limbah cair tahu berasal dari buangan proses penyaringan maupun pencucian tahu. Secara lengkap sumber limbah cair dapat dilihat pada gambar diagram alir pembuatan tahu berikut ini.

Menurut Arie Herlambang, (2002), karakteristik air limbah tahu ada dua hal yang perlu diperhatikan yaitu karakteristik kimia dan fisika. Karakteristik fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Berikut ini adalah kualifikasi air limbah tahu:

- pH : 4-5,5
- Suhu : 37- 45° C
- Kekeruhan : 535 – 585 FTU
- Warna : 2.225 – 2.250 Pt.Co
- NH<sub>3</sub> : 23.3 – 23.5 mg/l
- BOD : 6.000 - 8.000 mg/l
- COD : 7.500 – 14.000 mg/l

Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam air limbah tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik tersebut antara lain :

- Protein : 40 – 60 %
- Karbohidrat : 25-50 %
- Lemak : 10 %

Suhu air limbah tahu biasanya lebih tinggi dari suhu normal dibadan air yaitu berkisar antara 37-45<sup>0</sup> C. Limbah panas yang dikeluarkan berupa sisa air susu tahu yang tidak tergumpal menjadi tahu dan biasanya berwarna kuning muda. Apabila dibiarkan dalam 1 hari akan berasa asam. Perubahan keasaman pada air buangan ini cukup cepat, dengan waktu sehari air buangan yang tidak mengalami proses akan berubah pH menjadi 3. dari beban yang ditimbulkan diatas akan menyebabkan bau yang tidak sedap, sebagai akibat penguraian, bahan-bahan organik secara alami. Industri tahu pada umumnya banyak menggunakan air untuk proses maupun pencucian alat dan biji kedelai.

#### **2.4 Deskripsi Adsorpsi**

Dari banyak proses industri kimia maupun makanan akan dihasilkan campuran gas (gas buang) dalam jumlah besar. Karena alasan keselamatan. Pelestarian lingkungan atau pemanfaatan kembali komponen yang masih dapat dipakai, gas-gas ini tidak dibuang keatmosfer tanpa pengolahan khusus (pembersihan) terlebih dahulu. Seringkali udara atau gas-gas lain juga harus diolah terlebih dahulu. Begitu pula cairan-cairan acapkali harus dipisahkan dari komponen-komponen yang mengganggu (bahan pewarna maupun koloid) yang terdapat dalam kuantitas kecil sebelum digunakan atau diolah lebih lanjut.

Adsorpsi dalam air limbah sering mengikuti proses biologis untuk menyisahkan bahan-bahan yang tidak tersisihkan oleh proses biologis, misalnya bahan-bahan organik yang non-biodegradable. Karena itu adsorpsi sering dikelompokkan sebagai pengolahan tingkat lanjut atau pengolahan tersier. Dalam pengolahan air, adsorben digunakan untuk menyisahkan rasa, bau atau warna. Rasa, bau dan warna ini disebabkan oleh kandungan organik dalam air. Bahan organik inilah yang diadsorpsi oleh karbon aktif, sehingga setelah mengalami proses adsorpsi, air akan bebas dari rasa, bau dan warna yang tidak dikehendaki.

Berdasarkan Linda Handoyo, (1995), Adsorpsi adalah proses pengikatan bahan pada permukaan sorben padat dengan cara pelekatan. Sedangkan menurut Sawyer et al, (1994) dalam Agus Slamet, (2000) Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terdiri atas reaksi-reaksi permukaan zat padat (adsorben) dengan zat pencemar (disebut adsorbat), baik pada fasa cair maupun gas. Adsorpsi juga dapat

diartikan sebagai proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fase liquida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Zat yang diserap disebut adsorbat (fase terserap) dan zat yang berfungsi untuk menyerap adsorbat disebut adsorben (zat pengadsorpsi). Biasanya partikel –partikel kecil zat penyerap ditempatkan dalam suatu hamparan tetap, dan fluida dialirkan melalui hamparan itu sampai zat padat itu mendekati jenuh dan pemisahan yang dikehendaki tidak dapat berlangsung lagi (Yudi Eko, 2000).

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung pada dinding-dinding pori atau pada letak tertentu pada partikel itu. Pori-pori tersebut sangat kecil, sehingga luasan permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar daripada permukaan luar dan biasanya sampai  $2000\text{m}^2/\text{g}$ . Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul-molekul lainnya (Haryo Dhanardono, 2000).

Berkat selektivitasnya yang tinggi, proses adsorpsi sangat sesuai untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi yang kecil dari campuran yang mengandung bahan lain yang berkonsentrasi tinggi. Bahan yang akan dipisahkan tentu saja harus dapat diadsorpsi. Sebaliknya, untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi yang besar lebih disukai proses pemisahan yang lain.

Menurut konsep *molecular screening*, molekul atau ion hanya dapat masuk dalam pori adsorben bila diameter dari molekul atau ion lebih kecil dari diameter pori. Diameter didalam pori tidak seragam, didalam satu partikel batu bentonit terdapat distribusi ukuran pori, sehingga dengan adanya distribusi pori tersebut maka molekul atau ion yang memiliki diameter yang berbeda-beda, letak penyerapannya akan mengikuti distribusi pori tersebut. Oleh karena itu kemampuan penyerapan oleh bentonit tergantung pada diameter dan energi adsorbsinya. Adapun contoh-contoh adsorpsi adalah sebagai berikut:

- Pengeringan udara atau gas-gas lain.
- Pemisahan bahan yang mengandung racun atau yang berbau busuk dari udara buang.
- Pengambilan kembali pelarut dari udara buang.

- Pemisahan campuran gas untuk memperoleh komponen-komponen gas.
- Penghilangan warna larutan (misalnya sebelum proses kristalisasi)
- Pemisahan bahan organik dari air (bersamaan dengan pemisahan pengotor berbentuk koloida yang sukar disaring).
- Pemutihan maupun perbaikan bau dan rasa bahan makanan cair (Linda Handoyo, 1995).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi meliputi beberapa hal sebagai berikut

- Luas permukaan

Jumlah adsorpsi sebanding dengan luas permukaan spesifik. Luas permukaan spesifik dapat didefinisikan sebagai bagian luas permukaan total yang tersedia untuk adsorpsi. Semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak jumlah adsorbat yang terserap.

- Jenis dan sifat adsorben

Jenis adsorben menyangkut sifat khas dari suatu adsorben untuk menyerap adsorbat dan adsorben yang polar cenderung menyerap adsorbat yang polar. Sifat adsorben dipengaruhi oleh kemurnian adsorben dan luas permukaannya. Kemurnian dari adsorben dapat ditingkatkan melalui aktivasi. Luas permukaan adsorben adalah luas persatuan massa adsorben ( $m^2/g$ ). Luas permukaan ini akan sangat berpengaruh terutama untuk tersedianya tempat adsorpsi.

- Sifat Adsorbat

Kelarutan zat terlarut dalam jumlah besar mempunyai faktor yang penting dalam proses adsorpsi. Jika kelarutan zat terlarut terlalu besar maka ikatan zat terlarut dengan pelarut lebih kuat, sehingga dapat menyebabkan jumlah yang terserap sedikit.

- pH larutan

pH larutan dapat mempengaruhi jumlah adsorpsi, sebab pH menentukan derajat disosiasi adsorbat. selanjutnya pH juga dapat mempengaruhi muatan pada permukaan adsorben sehingga mengubah kemampuannya menyerap senyawa organik dalam bentuk ion.

– Suhu

Reaksi adsorpsi pada umumnya eksotermis, sehingga jumlah adsorpsi bertambah dengan berkurangnya suhu.

– Konsentrasi adsorbat

Pada umumnya adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat.

– Waktu agitasi

Jika fase cairan yang berisi adsorben diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsorben akan lambat dan merupakan tahap penentu kecepatan adsorpsi. Sehingga perlu dilakukan pengadukan untuk mempercepat proses adsorpsi.

Dari uraian diatas dapat kita simpulkan bahwa kecepatan adsorpsi tidak hanya bergantung pada perbedaan konsentrasi dan pada luas permukaan adsorben, selain itu tergantung juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel dan porositas adsorben, selain itu juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan di sorpsi dan pada viskositas campuran yang akan di pisahkan (cairan, gas).

Secara keseluruhan gaya-gaya yang terlibat dalam reaksi adsorpsi mencakup beberapa macam, yaitu :

1. Gaya Fisika, berupa interaksi di pori-pori jarak pendek.
2. Ikatan Hidrogen ion atau molekul teradsorpsi pada permukaan melalui ikatan hidrogen.
3. Ikatan elektro statika, tarik menarik elektro statik ion-ion oleh muatan elektrik pada permukaan padatan. Gaya inilah yang berperan dalam reaksi pertukaran kation pada permukaan padatan.
4. Reaksi koordinasi, reaksi ini menyangkut ikatan kovalen koordinasi, yang teradsorpsi biasanya sebagai atom pusat, sedangkan permukaan sebagai ligan (Noviandika, 2003).

Setiap bahan yang akan digunakan sebagai adsorben harus diuji terlebih dahulu kapasitas adsorpsinya terhadap adsorbat tertentu. Untuk mendapatkan kapasitas optimum dari suatu bahan adsorben, perlu dilakukan studi dengan cara batch ataupun dengan cara kontinyu dalam suatu kolom adsorpsi. Dalam aplikasinya dilapangan, pengolahan air limbah dengan adsorpsi yang menggunakan adsorben berbentuk serbuk digunakan sistem batch (Benefield, 1982 dalam Agus Slamet, 2000) dan sistem kontinyu (Tchobanoglous, 1991 dalam Agus Slamet, 2000), untuk adsorben berbentuk butiran, dimana bentuk reaktor adalah berupa kolom adsorpsi, dimana air limbah dilewatkan pada bed dari adsorben. Arah aliran yang digunakan dapat dibuat kebawah (downflow) atau keatas (upflow).

Ada beberapa jenis adsorpsi yang dapat kita ketahui diantaranya adalah :

- Adsorpsi fisik  
Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya van der Waals atau gaya tarik yang lemah antar molekul.
- Adsorpsi kimiawi  
Adsorpsi kimiawi merupakan hasil dari gaya yang lebih besar dibandingkan dengan pembentukan senyawa kimia.
- Adsorpsi pertukaran ion  
Adsorpsi pertukaran adalah adsorpsi yang diperankan oleh tarikan listrik antara adsorbat dan permukaan sorben. Ion dari suatu substansi banyak berperan dalam jenis adsorpsi ini.

#### **2.4.1 Adsorpsi pada *Fixed Bed Column***

Air mengandung zat adsorbat (zat teradsorpsi) dengan konsentrasi tertentu akan dihilangkan adsorbatnya dengan cara adsorpsi. Air tersebut dialirkan dari atas kebawah pada *Fixed Bed Column* yang berisi butir-butir adsorben. Proses adsorpsi terjadi pada permukaan pori-pori dalam butir adsorben, sehingga untuk bisa teradsorpsi, adsorbat dari cairan mengalami proses-proses sebagai berikut :

1. Perpindahan massa dari cairan ke permukaan butir.
2. Difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori.
3. Perpindahan massa dari cairan dalam pori ke dinding pori.
4. Adsorpsi pada dinding pori. (Sediawan, 1997 dalam Latief, 2005)



#### 2.4.2 Adsorben

Adsorben (untuk adsorpsi fisik) adalah bahan padat dengan luas permukaan tertentu yang berfungsi sebagai bahan penyerap pada proses adsorpsi. Adsorben dapat berupa granulat (dengan ukuran butir) atau serbuk (khusus digunakan untuk adsorpsi campuran cair). Adsorben yang seringkali digunakan ialah karbon aktif, silica gel, tapis molekuler (molecular sieve), tanah kelantang (*bleaching earth*) dan aluminium oksida.

- Karbon aktif

Karbon aktif dibuat dari bahan organik yang dapat dikarbonisasi, misalnya kayu, humus, batu bara coklat, tempurung kelapa. Pada proses seng-klor, material yang tidak terkarbonisasi direndam dalam larutan seng-klor. Kemudian larutan dipanaskan, sehingga bagian bahan yang bukan karbon terpisahkan. Pada proses gas, gas yang dapat mengoksidasi (misalnya kukus pada suhu yang sangat tinggi) dialirkan ke dalam produk yang telah terkarbonisasi, hal ini yang membuat karbon lebih longgar. Pada kedua proses diatas, sorben yang terbentuk mempunyai pori yang halus dengan luas permukaan yang amat besar. Bahan ini pada hakekatnya terdiri dari karbon.

- Silika gel

Silika gel seringkali dibuat dalam bentuk butiran (sebagai granulat) dan tergantung pada tujuan pemanfaatannya, dapat berpori sempit atau lebar. Kemampuan adsorpsi terhadap uap air sangat besar dan karena itu seringkali digunakan untuk pengeringan gas lembab, contohnya pada instalasi penyaringan udara. Silika gel acapkali digunakan agar kemasan dan instrumen yang peka terhadap kelembaban tetap kering.

- Tapis molekuler

Tapis molekuler adalah silikat alkali atau silikat aluminium alkali tanah dengan ukuran lubang dan rongga yang telah tertentu sesuai dengan struktur kristal bahan. Tapis ini dibuat secara sintetik, misalnya dari natrium silikat, tanah liat dan natrium hidroksida. Setelah air kristal dikeluarkan, bahan akan memiliki struktur yang sangat berpori. Diameter pori pada tapis molekuler berkisar antara 1,3-1 nm ( $3 \cdot 10^{-10}$  m) dan merupakan

besaran karakteristik terpenting dari adsorben ini (G.Bernasconi et.al. 1995 dalam Latief, 2005)

#### **2.4.2.1 Bentonit**

Bentonit adalah Batuan yang komposisi utamanya adalah mineral montmorilonit dan beidelit terbentuk dari dekomposisi abu vulkanik dan mempunyai kemampuan besar menyerap ([www.batan.go.id](http://www.batan.go.id)). Bentonit merupakan sejenis lempung yang mengandung 85% monmorilonit yang mempunyai rumus kimia  $Al_2O_3SiO_2XH_2O$ . Ciri-ciri bahan galian ini adalah mempunyai kilap lilin, lunak, plastis, sarang, kenampakan pucat dengan warna putih, hijau muda, abu-abu dan merah muda dalam keadaan segar, dan menjadi krem apabila lapuk, yang kemudian berubah menjadi kuning, merah, atau coklat. Bila diraba terasa licin seperti sabun, dan kalau dimasukkan kedalam air akan menghisap air ([www.geocities.com](http://www.geocities.com)).

Bentonit mempunyai sifat mengadsorpsi karena ukuran partikel koloidnya sangat kecil dan memiliki kapasitas permukaan ion yang tinggi. Pengembangan bentonit disebabkan oleh adanya penggantian isomorphous pada lapisan oktohedral (Mg dan Al) dalam menghadapi kelebihan muatan di ujung kisi-kisinya. Adanya gaya elektrostatis yang mengikat kristal pada jarak 4.5 Å dari permukaan cukup kuat untuk mempertahankan unit-unitnya, dan akan tetap terjaga unit itu untuk tidak saling merapat. Pada pencampuran dengan air, adanya pengembangan membuat jarak antara setiap unit makin lebar dan lapisannya menjadi bentuk serpihan serta mempunyai permukaan luas jika dalam zat pensuspensi ([gsdc.distamben-jabar.go.id](http://gsdc.distamben-jabar.go.id))

Penggunaan utama dari bentonit adalah pada industri lumpur bor, yaitu sebagai pembilas dalam pemboran minyak bumi, gas bumi, batubara, mineral dan uap panas bumi. Selain itu bentonit juga dapat digunakan dalam industri minyak sawit, industri kimia, farmasi, bahan penyumbat kebocoran bendungan dan kolam ikan, pencampur semen, insektisida, sabun. Bentonit dapat juga dipergunakan dalam industri penyaringan lilin, minyak kelapa, industri, besi baja yaitu sebagai perekat pasir cetak dalam proses pengecoran baja, sebagai katalisator dalam industri kimia, zat pemutih dan zat penyerap ([www.infotambang.com](http://www.infotambang.com)).

Bentonit adalah istilah dalam dunia perdagangan, yaitu sejenis lempung yang mengandung monmorillonit dan termasuk kelompok dioktoedral. Penamaan jenis lempung tergantung dari penemu atau peneliti, misal ahli geologi, mineralogi, mineral industri dan lain-lain. Aktivasi bentonit dilakukan untuk menaikkan kapasitas adsorpsi dan mendapatkan sifat bentonit yang diinginkan. Dalam keadaan awal bentonit memiliki kemampuan adsorpsi yang rendah tetapi melalui aktivasi baik melalui penambahan asam ataupun pemanasan daya adsorpsinya akan meningkat. Dalam hal ini, monmorillonit mempunyai struktur bertingkat dan kapasitas pertukaran ion yang aktif dibagian dasar. Oleh karena itu, strukturnya dapat diganti seperti struktur bagian dasar dengan cara penambahan asam. Asam tersebut akan menyebabkan penggantian ion-ion  $K^+$ ,  $N^+$  dan  $Ca^+$  dengan  $H^+$  dalam ruang *interlamelar*, serta akan melepaskan ion-ion  $Al^{+3}$ ,  $Fe^{+3}$  dan  $Mg^{+2}$  dari kisi strukturnya menjadikan lempung lebih aktif. Aktivasi bentonit dipengaruhi oleh konsentrasi asam, biasanya digunakan asam sulfat. Selain itu perlu diperhatikan sifat dasar, distribusi ukuran pori keasaman dan nilai  $SiO_2$ , atau  $Al_2O_3$  dalam bentonit. Sedangkan proses aktivasi dengan pemanasan biasanya bentonit di open atau dipanaskan pada udara terbuka dengan waktu yang bervariasi.

## **2.5 Metode Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisa, asumsi bentuk distribusi, dan banyaknya variabel yang dilibatkan. Metodologi statistik berdasarkan proses analisis konfirmatif (Soleh, 2005 dalam Maria, 2006).

### **2.5.1 Statistik Deskriptif**

Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya, tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Statistik deskriptif memberikan informasi secara visual dan lebih bersifat subjektif dalam pembuatan analisisnya. Walaupun bersifat subjektif di dalam

pengambilan keputusan, analisis deskriptif sering digunakan khususnya dalam memperhatikan perilaku data dan penentuan dugaan – dugaan yang selanjutnya akan diuji dalam analisis inferensi (Soleh, 2005). Berikut ini adalah beberapa rumus yang biasa digunakan dalam statistik deskriptif (Sudjana,2002 dalam Widyanto, 2006).

**a. Mean / Rataan Sampel ( $\bar{x}$ )**

Rumus yang digunakan adalah:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

dimana:

$\bar{x}$  = rata – rata hitung dari sampel

$\sum x$  = total jumlah sampel

$n$  = banyaknya sampel

**b. Simpangan Baku (s)**

Rumus yang digunakan adalah:

$$s = \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

dimana:

$s$  = standart deviasi yang dicari

$\sum x$  = jumlah semua harga sampel

$n$  = banyaknya sampel

**2.5.2 Statistik Inferensi**

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan (Soleh, 2005). Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih objektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai tingkat kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah. Beberapa analisa yang terdapat dalam statistik inferensi adalah sebagai berikut.

## 1. Analisa korelasi

Untuk mengetahui derajat hubungan antar variabel digunakan analisa korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif, dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup  $(-1, 1)$ . Untuk membaca besarnya derajat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni:

- ~ Lihat tanda dari derajat keeratan tersebut, positif atau negatif. Hubungan statisiska kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolak belakang dengan peubah lainnya. Atau dengan kata lain apabila nilai suatu pengubah membesar maka nilai pengubah lainnya mengecil. Sedangkan hubungan statisiska kedua pengubah akan bernilai positif jika hubungan kedua peubah searah atau dengan kata lain apabila satu pengubah membesar maka nilai peubah yang lainnya ikut membesar, dan sebaliknya.
- ~ Lihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statika dua pengubah.

Lihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statistika dua peubah menurut *Guilford* berikut ini:

**Tabel 2.2 Koefisien Korelasi *Guilford***

<b>Nilai Hubungan Statistika dua Peubah</b>	<b>Keterangan</b>
< 0,2	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara 0,2 s/d 0,4	Hubungan kedua peubah lemah
Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,9 s/d 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat

(Sumber: Soleh, 2005)

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistika dua peubah sama dengan '1' memiliki makna bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara kedua peubah. Atau dengan kata lain, nilai suatu peubah dapat dengan tepat/pasti dijelaskan oleh peubah yang lainnya. Lain halnya dengan nilai statistika dua peubah sama dengan '0' menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah (Achmad Zanbar Soleh, 2005 dalam Maria , 2006).

Untuk keperluan perhitungan koefisien korelasi berdasarkan sekumpulan data berukuran n dapat digunakan rumus (Sudjana,2002 dalam Widyanto, 2006) :

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

dimana:

- $r$  = koefisien korelasi
- $x_i$  = variabel bebas
- $y_i$  = variabel terikat
- $n$  = jumlah data

## 2. Analisa Regresi

Analisa regresi adalah suatu analisa untuk menyatakan hubungan fungsional antara variabel – variabel ke dalam bentuk persamaan matematis. Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variabel ialah variabel bebas atau variabel prediktor dan variabel tak bebas atau variabel respon. Pembuatan persamaan matematis dimaksudkan untuk membantu peneliti didalam melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang.

Jika variabel bebas dan variabel terikat yang terlibat dalam penelitian masing – masing hanya satu, maka dinamakan Regresi Linear Sederhana. Kemudian apabila hanya ada satu variabel terikat dan beberapa variabel bebas maka persamaan regresinya disebut Regresi Linear Berganda. Bentuk persamaan regresi secara umum adalah:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + \dots + kX_z$$

dimana:

- $Y$  = variabel terikat
- $a$  = konstanta
- $b$  = koefisien regresi
- $X_1$  = variabel bebas

Pada analisa regresi juga diperlukan beberapa pengujian yaitu:

Uji F yang digunakan untuk mengetahui apakah persamaan regresi bisa dipakai untuk memprediksi variabel terikat.

Uji t digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien konstanta dan variabel bebas.

### 3. Analisa Varian

Pengujian menggunakan analisa varian dalam statistika parametrik diantara kelompok yang saling memiliki perbedaan sebagai akibat adanya perlakuan, dilakukan dengan menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA). Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F. Nilai F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat (*mean square*) antar kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok dengan rumus.

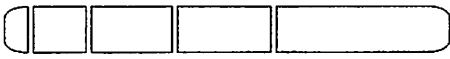
$$F = \frac{S_B^2}{S_W^2}$$

dimana:

- $S_B^2$  = varians antar kelompok
- $S_W^2$  = varians dalam kelompok

### 2.5.3 Generalisasi Dan Kesimpulan Analisa Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu analisis penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat (Hasan, M.Iqbal, 2002 dalam Maria, 2006).

 **BAB III**  
**METODE PENELITIAN**



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Gambaran umum**

Maksud dari metode penelitian ini adalah memberikan gambaran mengenai metode-metode dan langkah yang akan dilakukan dalam penelitian sehingga sesuai dengan tujuan yaitu :

- Memberikan kemudahan dan kelancaran dalam pelaksanaan penelitian.
- Memberikan gambaran awal mengenai tahapan penelitian yang sistematis dan efisien.
- Memperkecil kesalahan selama pelaksanaan penelitian.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimental dan metode analisa data, dimana penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Jl. Bendungan Sigura-gura No.1 D Malang dan Laboratorium Kimia UMM Malang, waktu penelitian dimulai pada tanggal 7 September 2006 sampai selesai. Pengambilan sampel sebanyak 9 kali dengan pengulangan sebanyak 3 kali.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

- Variabel Tetap
  - Penurunan konsentrasi COD.
  - Penurunan konsentrasi  $\text{NH}_3$ .
  - Penurunan konsentrasi Kekeruhan
- Variabel Bebas
  - Variasi Ukuran adsorben : 0.5 cm, 1cm dan 2 cm.
  - Variasi Tinggi media : 5 cm, 10 cm dan 20 cm.

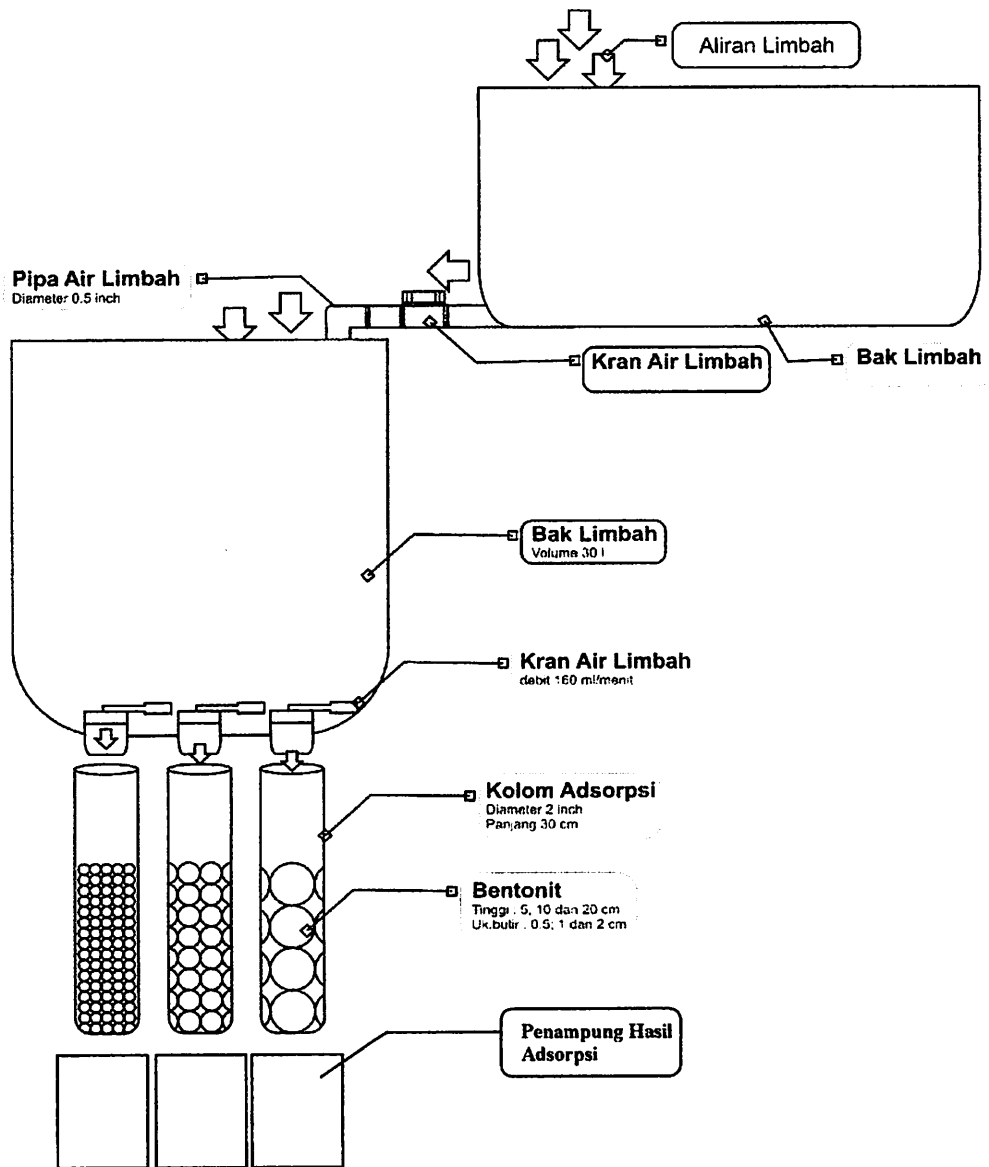
### **3.4 Alat dan Bahan.**

- Alat-alat yang digunakan.
  - Tangki penampung limbah.
  - Kolom adsorpsi.
- Bahan-bahan yang digunakan.
  - Bentonit.
  - Limbah Industri Tahu Tlogomas-Malang.

#### **3.4.1 Prosedur persiapan alat dan bahan.**

- **Persiapan Alat.**
  - Mempersiapkan dan merangkai peralatan yang sudah direncanakan.
  - Pengaturan debit aliran dari masing-masing kran berdasarkan perhitungan dimensi alat yang telah ditentukan.
- **Persiapan Bahan.**
  - Mempersiapkan limbah tahu yang akan digunakan sebagai beban limbah, yang berasal dari industri tahu Tlogomas.
  - Persiapan bahan dengan pengelompokan berdasarkan ukuran butiran bentonit masing-masing sebesar 0,5 cm, 1 cm dan 2 cm.
  - Memasukkan bentonit dengan ukuran butiran diatas, pada kolom adsorpsi dengan ketinggian media masing-masing 5 cm, 10 cm dan 20 cm.

### 3.5 Gambar dan Dimensi Alat Adsorpsi.



**Gambar 3.1 Gambar dan Dimensi Alat Adsorpsi.**

### **3.6 Prosedur penelitian**

- Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari perusahaan pembuatan tahu yang terletak pada daerah Tlogomas-Malang.
- Air limbah tahu ditempatkan pada bak penampung limbah dengan volume bak sebesar 30 liter kemudian ditutup.
- Air limbah tahu dialirkan kedalam masing-masing kolom adsorpsi yang berisi media bentonit dengan ketentuan ukuran dan ketinggian media yang telah ditentukan. Dengan terlebih dahulu mengambil mengambil sampel sebagian limbah yang digunakan untuk mengetahui konsentrsi awal dari limbah tahu sebelum dilakukannya perlakuan diatas.
- Menampung aliran air limbah yang telah melewati kolom adsorpsi kedalam wadah.
- Melakukan analisa COD, NH<sub>3</sub> dan Kekeruhan.

### **3.7. Metode Penelitian**

#### **3.7.1. Metode Analisa Hasil Percobaan**

##### **3.7.1.1 COD**

Metode Analisa COD adalah dengan menggunakan DO meter, yang diukur setelah dilakukanya metode *closed reflux titrimetric* (metode dikromat) pada permulaannya.

##### **3.7.1.2 NH<sub>3</sub>**

Metode Analisa guna mengukur konsentrasi NH<sub>3</sub> baik pada konsentrasi awal maupun konsentrasi akhir adalah dengan menggunakan Destilasi-Titrimetri.

##### **3.7.1.3 Kekeruhan**

Sedangkan untuk pengukuran konsentrasi kekeruhan yang terdapat pada limbah cair tahu adalah dengan menggunakan turbiditymeter.

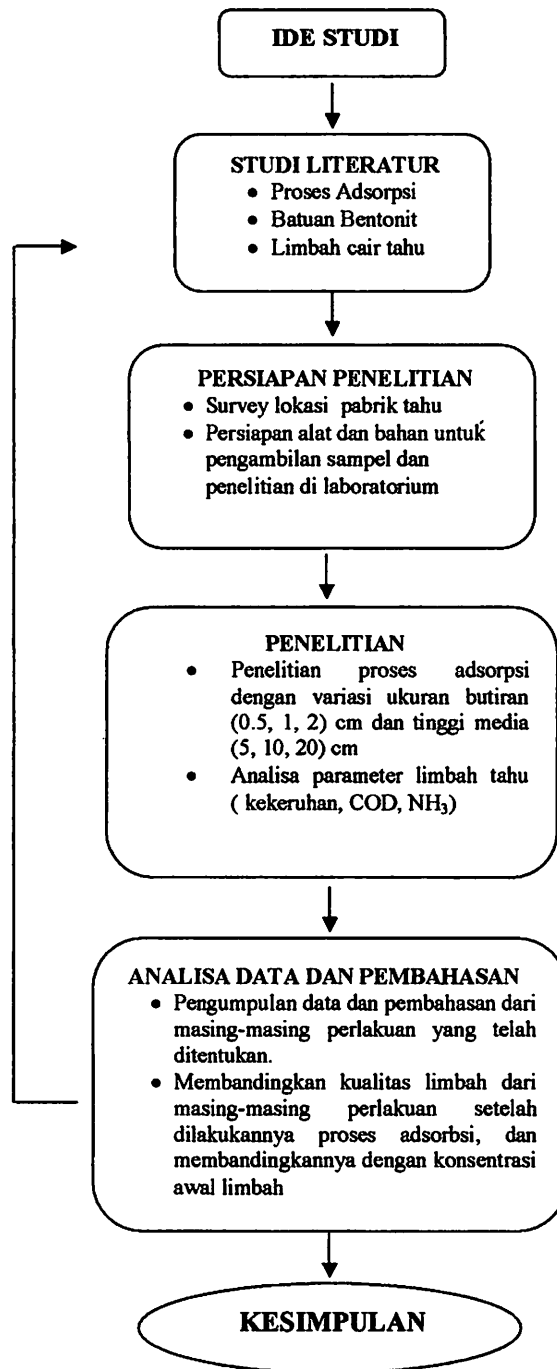
### **3.7 Analisa Data**

Analisa data hasil percobaan dilakukan dengan metode deskriptif dan analisa variansi untuk inferensia, analisa korelasi dan analisa regresi. Analisa deskriptif ditujukan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yangt ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisa variansi ditujukan untuk mengetahui tingkat keterkaitan suatu

variabel terhadap variabel lain dan melakukan kesimpulan serta generalisasi dari gejala yang ditemui. Analisa korelasi bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan atau tidak serta sampai dimana kuat atau lemahnya hubungan variabel tersebut dapat diketahui melalui teknik coefficient correlation ( $r$  = koefisien korelasi) dengan menggunakan metode pearson product moment. Analisa regresi ditujukan untuk mempelajari hubungan/pengaruh antar variabel sehingga dari hubungan yang ada dapat ditaksir nilai variabel yang satu jika variabel yang lainnya diketahui.

### 3.8 Diagram alir penelitian.

Penelitian dalam skripsi ini dilaksanakan dalam suatu tahapan. Gambaran penelitian secara utuh dari tahapan penelitian ini ditunjukkan sebagai berikut.



**Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.**

 **BAB V**  
**KESIMPULAN & SARAN**

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa;

1. Bentonit sebagai media adsorpsi dapat menurunkan kandungan COD, NH<sub>3</sub> dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu.
2. Semakin kecil diameter butiran bentonit dan semakin tinggi media adsorpsi, maka semakin tinggi pula penurunan kandungan (konsentrasi) COD, NH<sub>3</sub> dan kekeruhan. Kombinasi ukuran bentonit 0.5 cm dan tinggi media 20 cm, mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 29,50 %, konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 58,39 % serta konsentrasi kekeruhan sebesar 29,29 %.

#### **5.2 Saran**

1. Penelitian dengan penambahan variasi diameter adsorben, dan tinggi kolom adsorpsi untuk mengoptimalkan penurunan COD, NH<sub>3</sub> dan kekeruhan.
2. Penelitian dengan memodifikasikan kolom adsorpsi dibuat dinamis (bergerak), sehingga diharapkan air limbah tahu dapat diadsorpsi secara merata oleh bentonit.
3. Penelitian dengan meresirkulasi limbah cair tahu yang sudah dialirkan kekolom adsorpsi, sehingga terjadi dua kali proses adsorpsi, dengan harapan penurunan COD, NH<sub>3</sub> dan kekeruhan lebih optimal.
4. Penelitian tindak lanjut pada kandungan unsur hara bentonit setelah digunakan sebagai media adsorpsi



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. [http://www.geocities.com/situs\\_ptrdc/mineralc.html](http://www.geocities.com/situs_ptrdc/mineralc.html). **Karakteristik Fisik Dan Kimia Bentonit.**
- Anonim. <http://www.batan.go.id/Kamus/b.htm>. **Pengertian Batuan Bentonit.**
- Anonim. <http://www.infotambang.com>. **Bentonit&Pemanfaatan Bentonit.**
- Anonim. <http://www.gsdic.distamben-jabar.go.id/>. **Aktivasi Batuan Bentonit.**
- Anonim. <http://www.mail.archive.com/geounpad@yahoo.com/msg00314.html>.  
**Pemanfaatan Bentonit Sebagai Media Penjernih Minyak Goreng Bekas.**
- Cheremissinoff (1980). **Carbon Adsorption Handbook**. 2nd/Pr/An Arbor, Michigan
- Dhanardono, Haryo (2000). **Pengaruh pemisahan muatan listrik dan gaya magnet terhadap daya adsorpsi substrat cangkang kerang dalam mereduksi logam Cr.** Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP ITN-Malang
- Eko, Yudi (2000). **Pengaruh Ukuran Adsorben Batubara Terhadap Kualitas Air Limbah Dengan Menggunakan Proses Adsorpsi.** Laporan Penelitian Teknik Kimia FTI ITN-Malang
- Ferdian, Iyan (2005). **Pengaruh Waktu Dan Debit Udara Pada Tahap Reaksi Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> Pada Air Limbah Tahu.** Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP ITN-Malang
- Hanafi, Muchlis (1998). **Adsorpsi Limbah Tahu dengan Menggunakan Arang Kayu.** Laporan Penelitian Teknik Kimia FTI ITN-Malang
- Handoyo, Linda (1995). **Teknologi Kimia bagian 2.** Pradnya Paramitha, Bandung
- Herlambang, Arie (2002). **Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Dan Tahu.** BPPT, Jakarta
- Latief, Abdul (2005). **Pemanfaatan Kompos Sebagai Media Adsorpsi Untuk Menurunkan Kandungan BOD Dan COD Lindi (Leachete).** Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP ITN-Malang
- Notodarmojo, Suprihanto (2004). **Pencemaran Tanah Dan Air Tanah.** Penerbit ITB
- Noviandhika (2003). **Studi Kemampuan Mikroalga *Chlorella sp.* Dalam Mengadsorpsi Logam Berat Timbal.** Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP ITN-Malang

- Samsi, Supriyadi (2005). **Uji Efektifitas Penurunan Chromium (Cr) Pada Limbah Cair Kulit Dengan Menggunakan Metode Elektrolisis**. Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP ITN-Malang.
- Sholeh, Achmad Zanbar (2005). **Ilmu Statika, Pendekatan Teoritis Dan Aplikatif Disertai Contoh Penggunaan SPSS**.Rekayasa Sains.
- Sumestri, Sri (1984). **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional Surabaya-Indonesia
- Slamet, Masduki (2000). **Satuan Proses**. Modul Ajar Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya
- Sugiharto (1987). **Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah**. UI-press, Jakarta
- Yashinta, Maria (2006). **Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Zeolit dengan Metode Ion Exchange**. Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP ITN-Malang.

# LAMPIRAN I

HASIL ANALISA KONSENTRASI LIMBAH TAHU  
PRINSIP ANALISA COD,  $\text{NH}_3$ , Kekeruhan



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

## LABORATORIUM KIMIA

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. 0341 - 464318 Psw. 152 Malang 65144

### LAPORAN ANALISIS

No. Surat : 394 /LK-B/X/2006

Contoh disampaikan oleh pelanggan dengan keterangan sebagai berikut:

Pelanggan : **Bangun Ismansyah**  
49 26 015  
FTSP/Teknik Lingkungan  
Institut Teknologi Nasional - Malang

Jenis Contoh : Limbah tahu

Tgl. Penerimaan : 9 September 2006

Analisis/Uji yang diminta : COD, NH<sub>3</sub>, Kekeruhan, pH dan Suhu

Metode Analisis : - *DO meter* (COD)  
- *Distillation - Titrimetri* (Amonia)  
- *Turbidimeter* (Kekeruhan)  
- *pH meter* (pH)  
- *termometer* (suhu)

Hasil Analisis : Terlampir

Malang, 4 Oktober 2006

Kepala Laboratorium



*[Signature]*  
Dra. Rr. Eko Susetyarini, MSi

HASIL ANALISA KIMIA SAMPEL LIMBAH TAHU

No	Kode Bahan	COD (mg/l)	NH <sub>3</sub> (mg/l)	Kekeruhan (FTU)	pH	Suhu (°C)
1	Kons. awal	5750,33	21,33	116,3	5	25
2	Kons. awal	5745,59	21,47	116,1		
3	Kons. awal	5755,60	21,52	116,4		
4	A1	5116,36	19,85	110,7	5,6	20
5	A1	5115,48	20,17	110,5		
6	A1	5115,52	19,66	110,9		
7	A2	5001,28	18,14	103,1	5,8	20
8	A2	5000,79	18,05	103,4		
9	A2	5000,96	17,95	102,9		
10	A3	4786,30	16,51	94,2	6,2	20
11	A3	4785,40	16,32	94,3		
12	A3	4785,10	16,47	94,6		
13	B1	5000,50	17,21	104,6	5,9	20
14	B1	5001,23	17,26	104,8		
15	B1	5001,13	17,17	105,1		
16	B2	4854,80	14,94	97,6	6,1	20
17	B2	4855,36	15,65	97,3		
18	B2	4854,95	15,19	96,9		
19	B3	4530,90	12,13	89,8	6,4	20
20	B3	4530,86	11,79	90,1		
21	B3	4531,58	11,87	90,3		
22	C1	4642,90	13,04	98,5	6,3	20
23	C1	4643,10	12,52	98,6		
24	C1	4643,05	12,68	98,2		
25	C2	4415,35	10,46	91,1	6,7	20
26	C2	4415,10	10,67	90,9		
27	C2	4415,28	11,15	90,8		
28	C3	4053,15	8,78	82,3	7,2	20
29	C3	4053,70	9,12	81,9		
30	C3	4053,85	8,86	82,8		

Malang, 4 Oktober 2006

Analisis,



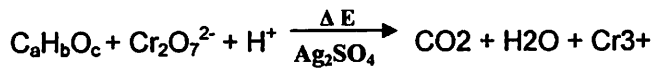
M. Ariesandy, SP



## Analisa COD

### Prinsip analisa

Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh larutan  $K_2Cr_2O_7$  dalam keadaan yang mendidih.



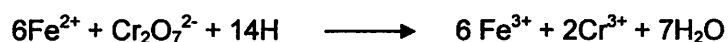
Zat organik

(warna kuning)

(warna hijau)

Selama reaksi yang berlangsung, uap akan direfluks dengan alat kondensor, agar supaya zat organik tidak volatil (tidak lenyap keluar). Perak sulfat ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi, sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada didalam air buangan.

Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  masih harus tersisa sesudah direfluks.  $K_2Cr_2O_7$  yang tersisa didalam larutan tersebut digunakan untuk menentukan berapa oksigen yang telah terpakai. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  tersebut ditentukan melalui titrasi dengan ferro amonium sulfat (FAS), dimana reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut:



Indikator ferroin digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu saat warna hijau-biru larutan berubah menjadi coklat-merah. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  dalam larutan blanko tidak mengandung zat organik yang dapat dioksidasi oleh  $K_2Cr_2O_7$

### Alat-alat

- a. Alat refluks
- b. Batu didih terbuat dari kaca atau bahan lain
- c. Pemanas listrik atau pembakar bunsen

- d. Buret 50 ml
- e. Pipet 10 ml, 20ml
- f. Beker glass 20 ml, karet penghisap
- g. Labu takar 1l, labu takar 100 ml

### **Reagen**

- a. Larutan standard kalium dikromat 0,250 N
- b. Bubuk  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$
- c. Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat)
- d. Indikator fenantrolin fero sulfat
- e.  $\text{HgSO}_4$  bubuk
- f. Asam sulfamat.

### **Cara kerja**

Bila taksiran COD sample > 800 mg  $\text{O}_2$  /l, maka sample harus diencerkan dengan air suling sehingga COD berada sekitar 50 sampai 800 mg  $\text{O}_2$  /l, Bila taksiran angka COD sudah berada sekitar angka-angka tersebut, maka cara kerjanya adalah sebagai berikut:

- pindahkan  $\pm 0,4$  g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kedalam gelas Erlenmeyer COD 250 ml
- Masukkan 5 atau 6 batu didih yang telah dibersihkan terlebih dahulu kedalam gelas Erlenmeyer tersebut.
- Tambahkan larutan sampel (atau sampel yang telah diencerkan dengan air suling) sebanyak 20 ml
- Tambahkan larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0.25 N sebanyak 10 ml.
- Siapkan 30 ml reagen asam sulfat-perak sulfat, pindahkan dengan dispenser sebanyak 5 ml reagen  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tersebut kedalam gelas Erlenmeyer COD. Kocoklah perlahan lahan dan hati-hati untuk mencegah penguapan.
- Tambahkan 3-4 tetes indikator feroin

- Dikromat yang tersisa didalam larutan sesudah direfluks, dititrasi dengan standard ferro amonium sulfat 0,10 N, sampai warna biru kehijauan.

## **Analisa NH<sub>3</sub>-Amoniak**

### **Prinsip analisa**

Zat organik yang mengandung N, dirubah menjadi amoniak, kemudian amoniak tersebut dianalisa melalui analisa N amoniak. Nitrogen amino dalam zat organik akan menjadi amonium sulfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> setelah pemanasan sampel didalam larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang mengandung K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (untuk menaikkan suhu asam sulfat) dan HgSO<sub>4</sub> (sebagai katalisator). Zat organik tersebut merubah CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dan melepaskan amoniak yang dalam suasana asam kuat akan terikat menjadi amonium sulfat. Kemudian tambahan basa serta zat pereduksi yaitu campuran NaOH dan campuran Tio-sulfat akan melepaskan amonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tersebut sekaligus mengubahnya sampai menjadi Amoniak.

Seluruh amoniak tersebut serta sedikit air dapat didestilasi dari sampel. Disamping amoniak yang berasal dari zat organik tersebut, air buangan (air industri dan lain-lain) juga mengandung amoniak bebas dan amonium tersebut ikut tersuling bersama NH<sub>3</sub> yang dilepaskan zat organik, dan semua disebut N-kjldahl, jadi N-kjldahl ini adalah N-organik + N-amoniak bebas. Setelah lenyap dari alat pendingin, NH<sub>3</sub> tersebut diserap oleh larutan asam borat H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

### **Alat-alat**

- a. 2 buah labu kjldahl 250 ml
- b. Pemanas listrik
- c. Pipet 5 ml, 10 ml, 25 ml, dan 3 buah labu takar 0.5 liter, serta beker 100 ml
- d. Batu didih



## Reagen

- a. Larutan merkuri sulfat
- b. Larutan natrium hidroksid-natrium tiosulfat
- c. Larutan indikator fenolftalein
- d. Reagen untuk analisa :
  - Air suling bebas amoniak
  - Larutan standard amoniak
  - Larutan asam borat  $H_3BO_3$
  - Larutan buffer borat
  - Reagen nessler
  - Larutan natrium hidroksida

## Cara kerja

- a. Persiapan sampel volume, tuangkan sampel sebanyak 25 ml
- b. Encerkan sampai volume 250 ml didalam labu kjldahl
- c. Tambahkan sebanyak 50 ml merkuri sulfat
- d. Masukkan batu didih kedalam labu, kemudian kocok pelan-pelan.
- e. Panaskan labu yang berisi campuran tersebut, sampai uap  $SO_3$  keluar, dan cairan mulai berubah warna menjadi jernih atau tidak berwarna.
- f. Tambahkan 10 tetes atau 0,5 ml indikator fenoltalein, kemudian tambahkan lagi sebanyak 50 ml reagen natrium hidroksid-natrium tiosulfat
- g. Destilasikan larutan tersebut

## **Analisa kekeruhan**

Prinsip metode nefelometri adalah perbandingan antara intensitas cahaya yang dihamburkan oleh sesuatu larutan yang keruh standard pada kondisi yang sama. Maka tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan, maka makin tinggi pula kekeruhannya. Sebagai standard kekeruhan dipergunakan suspensi polimer formazin ( maka satuan penentuan adalah *Formazin Turbidity Unit*, FTU).

Kekeruhan dari suspensi standard tersebut hampir sama dengan skala kekeruhan unit jackson (UKJ) yang diukur dengan "*Candle Turbidity Meter*" (menggunakan nyala lilin). Oleh karena itu pengukuran kekeruhan dengan skala nefelometrik mempunyai nilai yang hampir sama dengan skala "*Candle Turbidity Meter*"

### **Alat-alat**

- a. Nefelometer
- b. Tabung gelas nefelometr
- c. Labu ukur 100 ml
- d. Pipet volumetris

### **Reagen**

- a. Air bersih
- b. Persediaan suspensi kekeruhan
  - Larutan I  
Gunakan labu takar 100 ml, untuk hidrazin sulfat  $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$
  - a. Larutan II  
Larutan heksametilen-tetraamin
- c. Campurkan 5 ml larutan I dan 5 ml larutan II, kemudian encerkan menjadi 100 ml

## **Cara kerja**

- a. Persiapkan alat nefelometer dengan berbagai standard
- b. Sampel dikocok, biarkan gelembung udara terlepas, kemudian langsung baca skala alat yang telah dibaca

## **Analisa suhu dan ph**

### **Prinsip analisa**

pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi ion  $H^+$ . Ion hidrogen merupakan faktor utama untuk mengerti reaksi kimiawi.  $H^+$  selalu ada didalam keseimbangan dinamis dengan air, yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air

### **Alat - alat**

- a. pH meter
- b. Termometer

### **Cara Kerja**

- a. Celupkan masing masing elektroda yang terdapat pada pHmeter maupun termometer kedalam larutan air suling, sebagai upaya untuk menetralkan pH maupun suhu, sehingga hasil pengukuran yang didapatkan akan akurat
- b. Masukkan masing-masing ujung elektroda kedalam larutan yang akan dianalisa konsentrasi pH maupun suhunya
- c. Baca hasil yang tertera pada display pHmeter maupun termometer, lalu catat hasilnya.
- d. Segera masukkan kembali kedalam air suling sebagai upaya untuk mengembalikan alay pada kondisi semula.

**LAMPIRAN II**  
**HASIL ANALISA STATISTIK**

**Uji Normalitas**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5001.0100	18.0467	103.1333
	Std. Deviation	.24880	.09504	.25166
Most Extreme Differences	Absolute	.246	.181	.219
	Positive	.246	.179	.219
	Negative	-.194	-.181	-.189
Kolmogorov-Smirnov Z		.427	.313	.380
Asymp. Sig. (2-tailed)		.993	1.000	.999

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**Uji Outlier**

**Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	.42000	.42120	.4205843	.00056311
Zscore: NH3	3	.68012	.72822	.7045923	.02406006
Zscore: KEKERUHAN	3	.41377	.46464	.4375091	.02560559
Valid N (listwise)	3				

**Uji Normalitas**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4785.6000	16.4333	94.3667
	Std. Deviation	.62450	.10017	.20817
Most Extreme Differences	Absolute	.292	.310	.292
	Positive	.292	.222	.292
	Negative	-.212	-.310	-.212
Kolmogorov-Smirnov Z		.506	.536	.506
Asymp. Sig. (2-tailed)		.960	.936	.960

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**Uji Outlier**

**Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	-.06809	-.06537	-.0669564	.00141344
Zscore: NH3	3	.26749	.31559	.2961819	.02535685
Zscore: KEKERUHAN	3	-.47142	-.43073	-.4544669	.02118018
Valid N (listwise)	3				

## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5000.9533	17.2133	104.8333
	Std. Deviation	.39577	.04509	.25166
Most Extreme Differences	Absolute	.339	.196	.219
	Positive	.242	.196	.219
	Negative	-.339	-.183	-.189
Kolmogorov-Smirnov Z		.587	.340	.380
Asymp. Sig. (2-tailed)		.881	1.000	.999

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	.41943	.42108	.4204561	.00089575
Zscore: NH3	3	.46267	.50545	.4936365	.01141503
Zscore: KEKERUHAN	3	.58674	.63761	.6104779	.02560559
Valid N (listwise)	3				

## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4855.0367	15.2600	97.2667
	Std. Deviation	.28989	.36014	.35119
Most Extreme Differences	Absolute	.284	.244	.204
	Positive	.284	.244	.185
	Negative	-.207	-.194	-.204
Kolmogorov-Smirnov Z		.492	.422	.354
Asymp. Sig. (2-tailed)		.969	.994	1.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	.08967	.09093	.0902007	.00065610
Zscore: NH3	3	-.08185	.09788	-.0008438	.09116805
Zscore: KEKERUHAN	3	-.19671	-.12549	-.1594026	.03573213
Valid N (listwise)	3				

## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4531.1133	11.9300	90.0667
	Std. Deviation	.40464	.17776	.25166
Most Extreme Differences	Absolute	.368	.299	.219
	Positive	.368	.299	.189
	Negative	-.266	-.215	-.219
Kolmogorov-Smirnov Z		.637	.518	.380
Asymp. Sig. (2-tailed)		.812	.952	.999

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	-.64351	-.64188	-.6429399	.00091583
Zscore: NH3	3	-.87926	-.79319	-.8438231	.04500038
Zscore: KEKERUHAN	3	-.91911	-.86824	-.8919760	.02560559
Valid N (listwise)	3				

## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4643.0167	12.7367	98.4333
	Std. Deviation	.10408	.27062	.20817
Most Extreme Differences	Absolute	.292	.292	.292
	Positive	.212	.292	.212
	Negative	-.292	-.212	-.292
Kolmogorov-Smirnov Z		.506	.506	.506
Asymp. Sig. (2-tailed)		.960	.960	.960

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	-.38993	-.38948	-.3896674	.00023557
Zscore: NH3	3	-.69447	-.56283	-.6396179	.06850576
Zscore: KEKERUHAN	3	-.06444	-.02374	-.0406985	.02118018
Valid N (listwise)	3				

## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4415.2433	10.7600	90.9333
	Std. Deviation	.12897	.35369	.15275
Most Extreme Differences	Absolute	.279	.267	.253
	Positive	.204	.267	.253
	Negative	-.279	-.198	-.196
Kolmogorov-Smirnov Z		.483	.463	.438
Asymp. Sig. (2-tailed)		.974	.983	.991

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	-.90551	-.90495	-.9051903	.00029190
Zscore: NH3	3	-1.21595	-1.04128	-1.14001	.08953675
Zscore: KEKERUHAN	3	-.81736	-.78684	-.8037959	.01554201
Valid N (listwise)	3				

## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4053.5667	8.9200	82.3333
	Std. Deviation	.36856	.17776	.45092
Most Extreme Differences	Absolute	.308	.299	.196
	Positive	.221	.299	.196
	Negative	-.308	-.215	-.183
Kolmogorov-Smirnov Z		.533	.518	.340
Asymp. Sig. (2-tailed)		.939	.952	1.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	-1.72472	-1.72314	-1.72378	.00083416
Zscore: NH3	3	-1.64124	-1.55517	-1.60580	.04500038
Zscore: KEKERUHAN	3	-1.72290	-1.63133	-1.67881	.04587995
Valid N (listwise)	3				



## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5750.5067	21.4400	116.2667
	Std. Deviation	5.00734	.09849	.15275
Most Extreme Differences	Absolute	.181	.286	.253
	Positive	.181	.208	.196
	Negative	-.179	-.286	-.253
Kolmogorov-Smirnov Z		.313	.496	.438
Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000	.966	.991

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	2.10580	2.12846	2.1169315	.01133318
Zscore: NH3	3	1.53576	1.58386	1.5636043	.02493208
Zscore: KEKERUHAN	3	1.75682	1.78734	1.7737774	.01554201
Valid N (listwise)	3				

## Uji Normalitas

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		COD	NH3	KEKERUHAN
N		3	3	3
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5115.7867	19.8933	110.7000
	Std. Deviation	.49692	.25775	.20000
Most Extreme Differences	Absolute	.371	.233	.175
	Positive	.371	.233	.175
	Negative	-.269	-.192	-.175
Kolmogorov-Smirnov Z		.642	.404	.303
Asymp. Sig. (2-tailed)		.804	.997	1.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Outlier

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Zscore: COD	3	.67967	.68166	.6803601	.00112470
Zscore: NH3	3	1.11300	1.24211	1.1720703	.06524778
Zscore: KEKERUHAN	3	1.18704	1.22774	1.2073896	.02034926
Valid N (listwise)	3				

# COD (chemical oxygen demand)

## a. Analisis ANOVA

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2744583.372 <sup>a</sup>	8	343072.921	2162224	.000
Intercept	599283391	1	599283390.6	3.8E+09	.000
PERLK	2744583.372	8	343072.921	2162224	.000
Error	2.856	18	.159		
Total	602027977	27			
Corrected Total	2744586.228	26			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

## b. Analisis Korelasi

### Correlations

#### Correlations

		COD	UKBT	TGMED
COD	Pearson Correlation	1	.715**	-.602**
	Sig. (1-tailed)	.	.000	.000
	N	27	27	27
UKBT	Pearson Correlation	.715**	1	.000
	Sig. (1-tailed)	.000	.	.500
	N	27	27	27
TGMED	Pearson Correlation	-.602**	.000	1
	Sig. (1-tailed)	.000	.500	.
	N	27	27	27

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

## c. Analisis Regresi

### Regression

#### Variables Entered/Removed<sup>d</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	TGMED, UKBT <sup>a</sup>		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: COD

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.934 <sup>a</sup>	.873	.831	139,13816

a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	798706,5	2	399353,273	20,628	,002 <sup>a</sup>
	Residual	116156,6	6	19359,428		
	Total	914863,1	8			

a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

b. Dependent Variable: COD

### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4643,610	131,181		35,399	,000
	UKBT	365,523	74,372	,715	4,915	,003
	TGMED	-30,756	7,437	-,602	-4,135	,006

a. Dependent Variable: COD

## 2. NH3

### a. Analisis ANOVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NH3

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	325.938 <sup>a</sup>	8	40.742	305.618	.000
Intercept	5767.298	1	5767.298	43261.947	.000
PERLK	325.938	8	40.742	305.618	.000
Error	2.400	18	.133		
Total	6095.636	27			
Corrected Total	328.337	26			

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .989)

### b. Analisis Korelasi

### Correlations

#### Correlations

		NH3	UKBT	TGMED
NH3	Pearson Correlation	1	.830**	-.489**
	Sig. (1-tailed)	.	.000	.005
	N	27	27	27
UKBT	Pearson Correlation	.830**	1	.000
	Sig. (1-tailed)	.000	.	.500
	N	27	27	27
TGMED	Pearson Correlation	-.489**	.000	1
	Sig. (1-tailed)	.005	.500	.
	N	27	27	27

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

### c. Analisis Regresi Regression

#### Variables Entered/Removed<sup>a</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	TGMED, UKBT <sup>a</sup>		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: NH3

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,967 <sup>a</sup>	,934	,912	1,09122

a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

#### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	101,441	2	50,720	42,595	,000 <sup>a</sup>
	Residual	7,145	6	1,191		
	Total	108,585	8			

a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

b. Dependent Variable: NH3

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	12,392	1,029		12,045	,000
	UKBT	4,638	,583	,833	7,952	,000
	TGMED	-,273	,058	-,491	-4,686	,003

a. Dependent Variable: NH3

### 3. Kekeruhan

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KKRH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1798.554 <sup>a</sup>	8	224.819	3793.825	.000
Intercept	253422.579	1	253422.579	4276506	.000
PERLK	1798.554	8	224.819	3793.825	.000
Error	1.067	18	5.926E-02		
Total	255222.200	27			
Corrected Total	1799.621	26			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

**b. Analisis Korelasi**  
**Correlations**

**Correlations**

		KKRH	UKBT	TGMED
KKRH	Pearson Correlation	1	.591**	-.779**
	Sig. (1-tailed)	.	.001	.000
	N	27	27	27
UKBT	Pearson Correlation	.591**	1	.000
	Sig. (1-tailed)	.001	.	.500
	N	27	27	27
TGMED	Pearson Correlation	-.779**	.000	1
	Sig. (1-tailed)	.000	.500	.
	N	27	27	27

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

**c. Analisis Regresi**  
**Regression**

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	TGMED, UKBT	.	Enter

- a. All requested variables entered.
- b. Dependent Variable: KKRH

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.978 <sup>a</sup>	.956	.942	2,09082

- a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	573,164	2	286,582	65,557	,000 <sup>a</sup>
	Residual	26,229	6	4,372		
	Total	599,393	8			

- a. Predictors: (Constant), TGMED, UKBT
- b. Dependent Variable: KKRH

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	99,736	1,971		50,595	,000
	UKBT	7,742	1,118	,592	6,928	,000
	TGMED	-1,019	,112	-,779	-9,117	,000

a. Dependent Variable: KKRH

## Hasil uji Duncan COD

### Konsentrasi akhir COD

Perlakuan	Rata-rata	4053.57	4415.24	4530.78	4643.02	4785.60	4855.04	5000.70	5001.00	5115.79	JND	S	JNT
C3	4053.57	0	*	*	*	*	*	*	*	*	2.970	0.2302	0.684
C2	4415.24		0	*	*	*	*	*	*	*	3.120	0.2302	0.718
B3	4530.78			0	*	*	*	*	*	*	3.210	0.2302	0.739
C1	4643.02				0	*	*	*	*	*	3.270	0.2302	0.753
A3	4785.60					0	*	*	*	*	3.320	0.2302	0.764
B2	4855.04						0	*	*	*	3.350	0.2302	0.771
A2	5000.70							0	*	*	3.370	0.2302	0.776
B1	5001.00								0	*	3.390	0.2302	0.780
A1	5115.79									0			
	Perlakuan	C3	C2	B3	C1	A3	B2	A2	B1	A1			

### Prosentase penurunan konsent,COD

Perlakuan	Rata-rata	11.03	13.02	13.03	15.56	16.77	19.25	21.19	23.21	29.50	JND	S	JNT
A1	11.03	0	*	*	*	*	*	*	*	*	2.970	0.0041	0.012
B1	13.02		0	*	*	*	*	*	*	*	3.120	0.0041	0.013
A2	13.03			0	*	*	*	*	*	*	3.210	0.0041	0.013
B2	15.56				0	*	*	*	*	*	3.270	0.0041	0.013
A3	16.77					0	*	*	*	*	3.320	0.0041	0.014
C1	19.25						0	*	*	*	3.350	0.0041	0.014
B3	21.19							0	*	*	3.370	0.0041	0.014
C2	23.21								0	*	3.390	0.0041	0.014
C3	29.50									0			
	Perlakuan	A1	B1	A2	B2	A3	C1	B3	C2	C3			

## Hasil uji Duncan NH<sub>3</sub>

### Konsentrasi akhir NH<sub>3</sub>

Perlakuan	Rata-rata	8,92	10,76	11,93	12,75	15,59	16,43	17,21	18,05	19,89	JND	S	JNT
C3	8,92	0	*	*	*	*	*	*	*	*	2,970	0,2106	0,625
C2	10,76		0	*	*	*	*	*	*	*	3,120	0,2106	0,657
B3	11,93			0	*	*	*	*	*	*	3,210	0,2106	0,676
C1	12,75				0	*	*	*	*	*	3,270	0,2106	0,689
B2	15,59					0	*	*	*	*	3,320	0,2106	0,699
A3	16,43						0	*	*	*	3,350	0,2106	0,705
B1	17,21							0	*	*	3,370	0,2106	0,710
A2	18,05								0	*	3,390	0,2106	0,714
A1	19,89									0			
	Perlakuan	C3	C2	B3	C1	B2	A3	B1	A2	A1			

### Prosentase penurunan konsentrasi NH<sub>3</sub>

Perlakuan	Rata-rata	7,21	15,82	19,71	23,34	27,26	40,54	44,35	49,81	58,39	JND	S	JNT
A1	7,21	0	*	*	*	*	*	*	*	*	2,970	0,9835	2,921
A2	15,82		0	*	*	*	*	*	*	*	3,120	0,9835	3,069
B1	19,71			0	*	*	*	*	*	*	3,210	0,9835	3,157
A3	23,34				0	*	*	*	*	*	3,270	0,9835	3,216
B2	27,26					0	*	*	*	*	3,320	0,9835	3,265
C1	40,54						0	*	*	*	3,350	0,9835	3,295
B3	44,35							0	*	*	3,370	0,9835	3,314
C2	49,81								0	*	3,390	0,9835	3,334
C3	58,39									0			
	Perlakuan	A1	A2	B1	A3	B2	C1	B3	C2	C3			



## Hasil uji Duncan Kekeuruhan

### Konsentrasi akhir kekeuruhan

Kode Data	Rata-rata	82.20	90.07	90.93	94.37	97.27	98.43	103.13	104.83	110.70	JND	S	JNT
C3	82.20	0	*	*	*	*	*	*	*	*	2.970	0.1405	0.417
B3	90.07		0	*	*	*	*	*	*	*	3.120	0.1405	0.439
C2	90.93			0	*	*	*	*	*	*	3.210	0.1405	0.451
A3	94.37				0	*	*	*	*	*	3.270	0.1405	0.460
B2	97.27					0	*	*	*	*	3.320	0.1405	0.467
C1	98.43						0	*	*	*	3.350	0.1405	0.471
A2	103.13							0	*	*	3.370	0.1405	0.474
B1	104.83								0	*	3.390	0.1405	0.476
A1	110.70									0			
	Perlakuan	C3	B3	C2	A3	B2	C1	A2	B1	A1			

### Prosentase penurunan konsentrasi kekeuruhan

Kode Data	Rata-rata	4.77	9.82	11.28	15.33	16.33	18.82	21.78	22.52	29.29	JND	S	JNT
A1	4.77	0	*	*	*	*	*	*	*	*	2.970	0.1211	0.360
B1	9.82		0	*	*	*	*	*	*	*	3.120	0.1211	0.378
A2	11.28			0	*	*	*	*	*	*	3.210	0.1211	0.389
C1	15.33				0	*	*	*	*	*	3.270	0.1211	0.396
B2	16.33					0	*	*	*	*	3.320	0.1211	0.402
A3	18.82						0	*	*	*	3.350	0.1211	0.406
C2	21.78							0	*	*	3.370	0.1211	0.408
B3	22.52								0	*	3.390	0.1211	0.411
C3	29.29									0			
	Perlakuan	A1	B1	A2	C1	B2	A3	C2	B3	C3			

**LAMPIRAN III**  
**GAMBAR & DIMENSI ALAT**  
**PRINSIP HIDROLIS**  
**DOKUMENTASI**

## PRINSIP HIDROLIS

### - Kolom Adsorpsi

Diameter : 2 inch ~ 5,08 cm  
Tinggi : 30 cm  
Volume : luas alas x tinggi kolom  
:  $\pi \cdot r^2 \times$  tinggi kolom  
:  $(3,14 \times (2,51)^2 \times 30)$  cm  
:  $607,74 \text{ cm}^3 \sim 0,000607 \text{ m}^3$

V(flow rate)

$$\begin{aligned} &: 2 \text{ gpm} / \text{ft}^2 \sim 2 \times 4,07 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{mnt.m}^2 \\ &: 8,14 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{mnt.m}^2 \\ &: 0,00136 \text{ m}^3 / \text{dtk.m}^2 \end{aligned}$$

Luas permukaan kolom adsorpsi

$$\begin{aligned} A &: \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \text{ (diameter kolom)} \\ &: \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,0508)^2 \\ &: 0,002 \text{ m} \end{aligned}$$

Debit aliran

$$\begin{aligned} Q &: V \times A \\ &: 8,14 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{mnt.m}^2 \times 0,002 \text{ m}^2 \\ &: 0,00016 \text{ m}^3 / \text{mnt.} \\ &: 0,16 \text{ l} / \text{mnt.} \\ &: 160 \text{ ml} / \text{mnt.} \end{aligned}$$

- Adsorben

Sebagai contoh kita ambil variasi perlakuan, diameter butir 0,5 cm dengan tinggi media 20 cm

Diameter butiran : 0,5 cm ~ 0,005 m

Tinggi bed : 20 cm

Porositas ( $\epsilon$ ) : 0,38

Faktor bentuk ( $\phi$ ) : 1

Suhu operasi 25<sup>0</sup> C,  $\nu$  :  $0,9186 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}$

Volume Bed (VB) : Volume total bed  $\times$  porositas  
: luas alas  $\times$  tinggi  $\times$  porositas  
:  $3,14 \times (0,025 \text{ m})^2 \times 0,2 \times 0,38$   
:  $0,000153 \text{ m}^3$

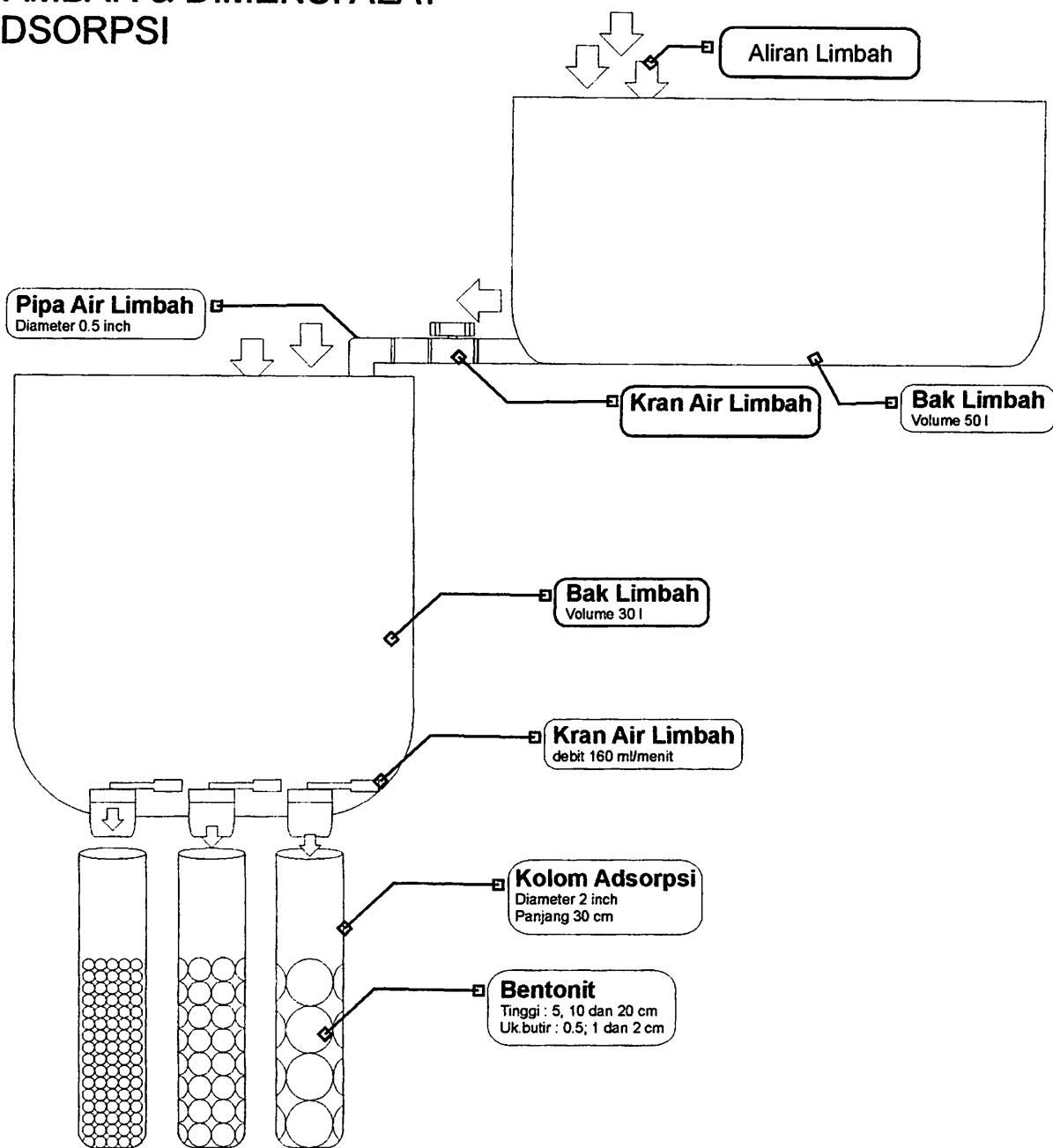
NRe :  $\frac{\phi \cdot d \cdot V}{\nu}$   
:  $\frac{(1 \times 0,005 \text{ meter} \times 0,00136 \text{ m/dtk})}{0,9186 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}}$   
: 7,40 (aliran Laminer)

CD :  $\frac{24}{N \text{ Re}}$   
:  $\frac{24}{7,40}$   
: 3,24

Kehilangan tekanan

Hs :  $1,067 \frac{C \cdot D \cdot L \cdot V^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g}$   
:  $1,067 \frac{3,24 \times 0,2 \times (0,00136 \text{ m/dtk})^2}{1 \times 0,005 \text{ m} \times 0,38 \times 9,81^4 \text{ m/dtk}}$   
: 0,0008 meter

# GAMBAR & DIMENSI ALAT ADSORPSI



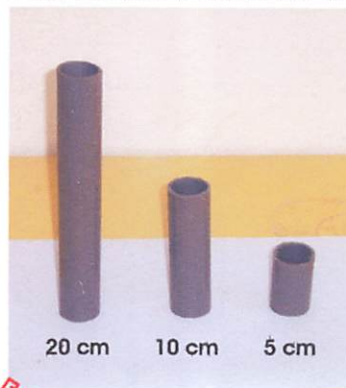
Bangun Isman Syah  
DR. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi  
Candra Dwiratna, ST, MT

Pengaruh Tinggi Dan Ukuran Butiran Bentonit  
Dalam Menurunkan Kekeruhan, Cod Dan Nhs  
Pada Limbah Tahu

## LIMBAH TAHU

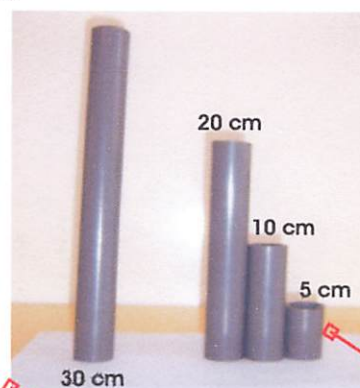


## KOLOM ADSORPSI



20 cm    10 cm    5 cm

ukuran tinggi media



30 cm    20 cm    10 cm    5 cm

Kolom adsorpsi    ukuran tinggi media

## BENTONIT



ukuran butir 2 cm



ukuran butir 1 cm



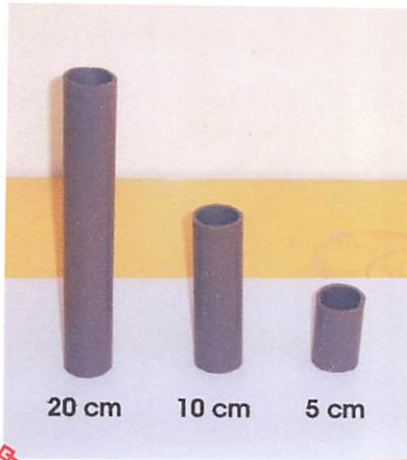
ukuran butir 0,5 cm

PENGARUH UKURAN BUTIRAN DAN TINGGI MEDIA BENTONIT  
DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN, COD DAN NH3 LIMBAH TAHU  
PADA SISTEM ADSORPSI

Bangun Isman Syah  
DR.Ir.Hery Setyobudiarso,MSi  
Candra Dwiratna, ST.MT

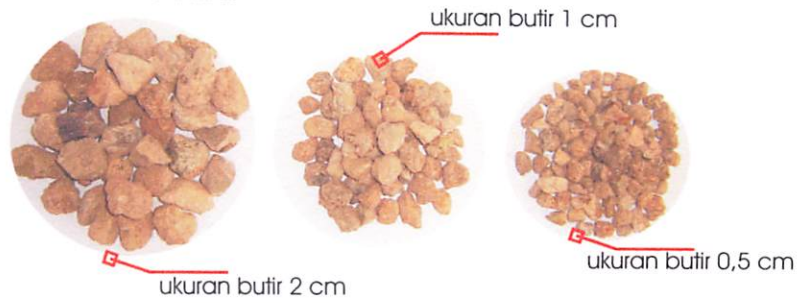


# KOLOM ADSORPSI

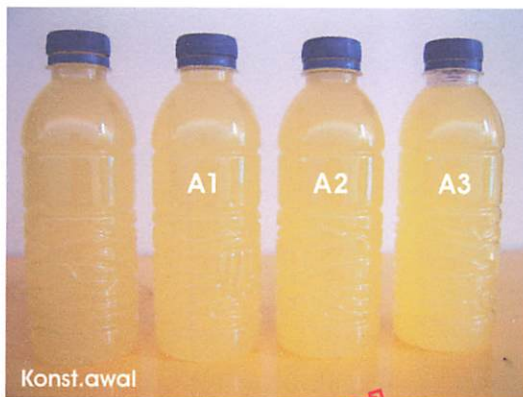


ukuran tinggi media

# BENTONIT



# HASIL PROSES ADSORPSI



Ukuran butir 2 cm dengan variasi tinggi 5, 10, 20 cm (ki-ka)



Ukuran butir 1 cm dengan variasi tinggi 5, 10, 20 cm (ki-ka)



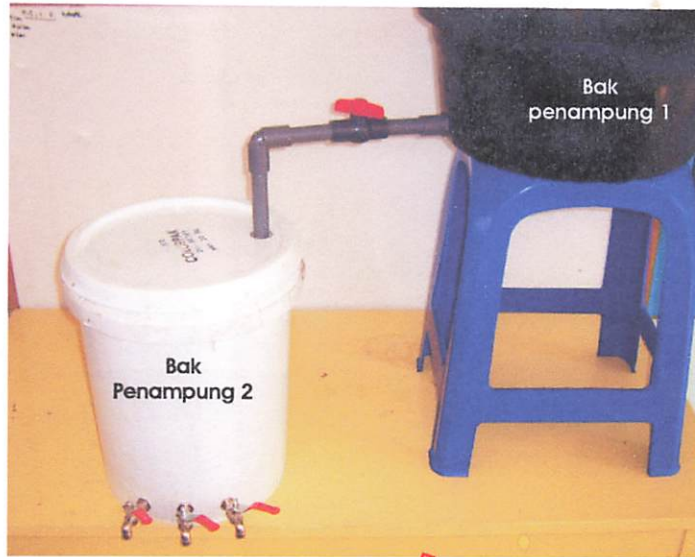
Ukuran butir 0.5 cm dengan variasi tinggi 5, 10, 20 cm (ki-ka)

PENGARUH UKURAN BUTIRAN DAN TINGGI MEDIA BENTONIT DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN, COD DAN NH3 LIMBAH TAHU PADA SISTEM ADSORPSI

Bangun Isman Syah  
DR.Ir.Hery Setyobudiarso,MSI  
Candra Dwiratna, ST.MT



## PROSES ADSORPSI



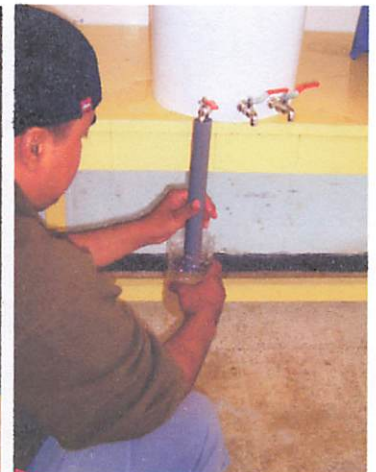
bak penampung limbah



kran aliran limbah



kalibrasi debit aliran



proses pengaliran limbah pada kolom adsorpsi

PENGARUH UKURAN BUTIRAN DAN TINGGI MEDIA BENTONIT  
DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN, COD DAN NH<sub>3</sub> LIMBAH TAHU  
PADA SISTEM ADSORPSI

Bangun Isman Syah  
DR.Ir.Hery Setyobudiarso,MSi  
Candra Dwiratna, ST.MT





